

Utilização de um programa de sincronização da ovulação para melhorar a eficiência reprodutiva de vacas leiteiras

Inês Agostinho Mexia de Almeida

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Zootécnica – Produção Animal

Orientador: Doutor João Pedro Bengala Freire

Co-orientador: Dr. Carsten Dammert

Júri:

Presidente: Doutora Luísa Almeida Lima Falcão e Cunha, Professora Associada com Agregação do Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

Vogais: Doutor João Pedro Bengala Freire, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma, Professor Auxiliar da Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa

Doutor André Martinho Almeida, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa

“Trust yourself; you know more than you think you do.”

Benjamin Spock

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que tornaram possível o meu percurso académico que culmina na realização deste trabalho:

Um obrigado muito especial ao meu **Pai** e à minha **Mãe**, por serem o meu núcleo familiar e o meu ninho, a quem recorri nas boas e más situações ao longo destes 5 anos e que sempre me souberam dar os melhores conselhos. Que me permitiram crescer e seguir sempre o meu sonho de “tratar dos animais”, apoiando-me a cada passo e abrindo-me todas as portas para poder trilhar o meu caminho.

À minha **Irmã** por agitar a serenidade do meu ser e com isso me ter ajudado a ultrapassar obstáculos que contribuíram para o meu crescimento.

À minha **Avó Tê**, pelos seus sábios ensinamentos e todas as velinhas e orações para me dar tranquilidade na hora das frequências e exames. Pelos nossos almoços, pelas nossas idas aqui e ali, que no fundo me ajudavam a distrair um pouco a cabeça.

Ao **Diogo** por ser o melhor amigo e namorado. Sempre ao meu lado no meu percurso pessoal e académico. Nunca me deixou baixar a cabeça, lembrando-me sempre de como sou boa e como iria conseguir. Pelas horas que me ouviu recitar a matéria das frequências e exames e pelos inúmeros ensaios de apresentações orais a que assistiu. Valeu, quase que já és mestre em Eng. Zootécnica!

A todos os **primos e tios**, pela constante preocupação e curiosidade em descobrir um pouco mais deste meu mundo, que é tão diferente das suas escolhas e vidas.

Ao **Romeu**, o meu coelhinho, o meu gordinho, simplesmente por existir e por me derreter a vê-lo comer e saltar de alegria.

À família **Murphy**, por me terem recebido na Irlanda, em sua casa, e me fazerem sentir como se fosse minha. Ao **John** por me ter transmitido a sua paixão pelo campo e pelas vacas, bem como tantos conhecimentos adquiridos ao longo de toda a sua vida. À **Mary**, pela sua amabilidade e por me receber de braços abertos e fazer sentir como uma filha, permitindo que aprendesse coisas novas a cada dia.

Ao meu orientador, **Professor João Pedro Bengala Freire**, pela disponibilidade em aceitar orientar-me na fase mais importante do meu percurso académico. Por toda a sua paciência e capacidade de se fazer entender. Pela capacidade de me acalmar quando tudo parecia perdido e não me deixar desanimar.

Ao meu co-orientador, **Dr. Carsten Dammert**, pela prontidão em me arranjar um tema para a dissertação. Pela sua disponibilidade total para me ajudar a cada dúvida. Pelo acompanhamento e transmissão de conhecimentos práticos nas suas visitas semanais à exploração. Pela sua orientação e dedicação.

Ao **Sr. José Alberto Chula**, por me ter aberto as portas da sua exploração para poder realizar este trabalho. Pelos pequenos momentos em que partilhou comigo algum do seu entusiasmo com o mundo das vacas e também o seu conhecimento prático.

À **Ana Diniz**, por me ter integrado na exploração, por me incentivar sempre a experimentar novas coisas e por me ensinar o que é trabalhar numa exploração de bovinos leiteiros.

Ao **Sr. Pedro**, pela sua paciência interminável para me ensinar a sentir a anatomia reprodutiva das vacas e por acreditar nas minhas capacidades.

À **Sara Ribeiro**, por toda a sua generosidade e horas despendidas para me ajudar na recolha de todos os dados e mais alguns.

A **todos os colegas do ISA**, pelo companheirismo e boa disposição em todos os momentos. Em especial ao **Chico**, à **Margarida** e à **Sara**, sem vocês estes anos de mestrado não tinham sido os mesmos, juntos formamos uma equipa vencedora!

À instituição que é o **Instituto Superior de Agronomia**, todos os seus funcionários e professores, que são os melhores. Sempre preocupados com os seus alunos e em lhes transmitir todo o seu conhecimento para nos tornarem no melhor possível para o futuro.

Finalmente, ao **Santander Totta**, pela participação na minha formação ao atribuir uma bolsa no valor das propinas do primeiro ano do mestrado.

Sem todos vós, talvez fosse possível, mas não seria a mesma coisa!

Resumo

O aumento da produtividade individual das vacas leiteiras, desejado por todos os produtores, tem tido consequências nefastas para a eficiência reprodutiva destes animais. A quebra de fertilidade, associada ao aumento da produção leiteira têm consequências económicas ao nível da exploração que podem ser difíceis de superar.

O conhecimento da fisiologia reprodutiva dos bovinos, permitiu o desenvolvimento de técnicas de sincronização da ovulação, para contornar o referido problema. É neste quadro que se insere o *Resynch*. Este é um programa de ressincronização de ovulação que pressupõe a ação combinada de hormonas GnRH e PGF_{2α}, permitindo a inseminação artificial a tempo fixo. Desta forma, elimina a necessidade de deteção de cio para proceder à inseminação, melhorando-se a eficiência reprodutiva dos animais.

O presente trabalho, teve como principal objetivo, avaliar a eficácia da aplicação do *Resynch* numa exploração de bovinos leiteiros, sem métodos auxiliares para a deteção de cio (i. e. deteção visual). Com a sua aplicação, obteve-se uma diminuição significativa do intervalo ente o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial subsequente (DG[⊖] – IA1), passando este a ser de 13 dias. O intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante (DG[⊖] – IAF) não melhorou significativamente com a introdução do *Resynch*.

Após uma breve avaliação do interesse económico do *Resynch*, conclui-se que há benefício económico da utilização deste programa de ressincronização, tendo em conta a poupança de 20,07 €/animal.

Palavras chave: bovinos de leite; ciclo éstrico; eficiência reprodutiva; sincronização da ovulação; *Resynch*.

Abstract

The increased individual productivity of dairy cows, desired by all producers, has had dire consequences for their reproductive efficiency. The decline in fertility, coupled with the increased milk production, has economic consequences at the farm level; which may be difficult to overcome.

The knowledge of bovine reproductive physiology allowed the development of ovulation synchronization techniques to overcome this problem. It is within this framework that Resynch is inserted. This is a resynchronization program that assumes the combined action of GnRH and PGF_{2α}, allowing artificial insemination at fixed time. In this way, it eliminates the need to detect estrus to inseminate, improving the reproductive efficiency of the animals.

The main objective of this study was to evaluate the efficacy of the application of Resynch on a dairy farm, without ancillary methods for heat detection (i. e. visual detection). With its application, a significant reduction in the interval between the negative pregnancy diagnosis and the first artificial insemination was observed. The interval between negative pregnancy diagnosis and conception did not improve significantly with the introduction of Resynch.

After a brief evaluation of the economic interest of Resynch, it is concluded that there is an economic benefit of the use of this resynchronization program, taking into account the saving of 20,07 € per animal.

Key words: dairy cattle; oestrous cycle; reproductive efficiency; synchronization of ovulation; Resynch.

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract	iv
Índice de tabelas	viii
Índice de figuras	ix
Lista de abreviaturas	x
1. Introdução	1
1.1. Ciclo éstrico dos bovinos.....	3
1.1.1. Regulação endócrina do ciclo éstrico	3
1.1.1.1. Regulação endócrina da fase lútea.....	5
1.1.1.2. Regulação endócrina da fase folicular	6
1.1.2. Ondas de crescimento folicular e ovulação	7
1.2. Maneio reprodutivo	9
1.2.1. Intervalo entre partos	9
1.2.2. Período voluntário de espera	9
1.2.3. Intervalo parto – concepção.....	10
1.2.3.1. Intervalo parto – primeira inseminação artificial.....	10
1.2.3.2. Intervalo primeira inseminação artificial – inseminação artificial fecundante.....	11
1.3. Eficiência reprodutiva.....	12
1.3.1. Causas da quebra da eficiência reprodutiva.....	13
1.3.1.1. Consanguinidade	13
1.3.1.2. Balanço energético negativo e condição corporal	15
1.3.1.3. Regime e manejo alimentar não adequado	16
1.3.1.4. Stress térmico	17
1.3.1.4.1. Efeitos do stress térmico no balanço energético negativo	18
1.3.1.4.2. Efeitos do stress térmico no ciclo éstrico	18
1.3.1.5. Patologias.....	20

1.3.1.5.1. Retenção placentária.....	20
1.3.1.5.2. Metrite e Endometrite.....	21
1.3.1.5.3. Mastite.....	22
1.3.1.5.4. Problemas podais.....	23
1.3.2. Como melhorar a eficiência reprodutiva dos bovinos leiteiros	23
1.3.2.1. Controlar a consanguinidade	23
1.3.2.2. Controlar o balanço energético negativo e a condição corporal	24
1.3.2.3. Controlar o regime e manejo alimentar	24
1.3.2.4. Controlar o stress térmico	25
1.3.2.5. Controlar as patologias	26
1.4. Sincronização da ovulação.....	26
1.4.1. Programas de sincronização de ovulação	26
1.4.1.1. Ovsynch.....	27
1.4.1.2. Presynch.....	29
1.4.1.3. Resynch	31
1.5. Perspetiva económica da eficiência reprodutiva.....	33
1.5.1. Consequências económicas da quebra da eficiência reprodutiva	34
1.5.1.1. Custo de um dia em aberto	35
1.5.2. Avaliação económica da utilização de programas de sincronização da ovulação	36
2. Materiais e Métodos	37
2.1. Caracterização da exploração	37
2.1.1. Maneio reprodutivo	37
2.1.2. Maneio alimentar.....	38
2.2. Período em avaliação	39
2.3. Descrição do Resynch.....	40
2.4. Obtenção de dados.....	41
2.4.1. Parâmetros zootécnicos da exploração	41
2.4.2. Intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial	41

2.4.3.	Intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante	41
2.4.4.	Intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação.....	41
2.4.5.	Intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial e a inseminação artificial fecundante	41
2.5.	Tratamento de dados	42
3.	Resultados	43
3.1.	Parâmetros zootécnicos da exploração	43
3.2.	Intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial	44
3.3.	Intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante	46
3.4.	Intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação	49
3.5.	Intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial	51
3.6.	Intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante	53
4.	Discussão de resultados.....	56
4.1.	Avaliação da performance reprodutiva da exploração.....	56
4.2.	Intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial	57
4.3.	Intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante	58
4.4.	Intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação	59
4.5.	Intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial	59
4.6.	Intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante	60
4.7.	Avaliação do interesse económico do tratamento.....	61
5.	Conclusão	63
6.	Bibliografia	65
7.	Anexos.....	73

Índice de tabelas

Tabela 1 - Hormonas que regulam o ciclo éstrico e seus efeitos.....	5
Tabela 2 - Concentração das diferentes hormonas nas diferentes fases da dinâmica de crescimento folicular	7
Tabela 3 - Necessidade de fibra efetiva (>8 mm), em % MS, recomendada para a dieta de vacas leiteiras, em função da quantidade de amido presente na dieta e da sua capacidade de ingestão voluntária.....	25
Tabela 4 - Descrição dos anos em análise.....	39
Tabela 5 - Descrição do tratamento de dados para os diferentes intervalos calculados	42
Tabela 6 - Parâmetros zootécnicos da exploração.....	43
Tabela 7 - Intervalo de tempo (em dias) entre o parto e a primeira inseminação artificial (IP – IA1)	44
Tabela 8 - Intervalo de tempo (em dias) entre o parto e a inseminação artificial fecundante (IP – IAF).....	46
Tabela 9 - Intervalo de tempo (em dias) entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação (IA – DG)	49
Tabela 10 - Intervalo de tempo (em dias) entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação subsequente (DG^{\ominus} – IA1)	51
Tabela 11 - Intervalo de tempo (em dias) entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante (DG^{\ominus} – IAF)	53

Índice de figuras

Figura 1 - Efetivo leiteiro, produção de leite (PL) por vaca e produção total de leite nos Estados Unidos da América.....	1
Figura 2 - Fases do ciclo éstrico e alteração da concentração das principais hormonas	3
Figura 3 - Fases da dinâmica de crescimento folicular e ondas de crescimento folicular durante o ciclo éstrico	8
Figura 4 - Ingestão de matéria seca ao longo da lactação	10
Figura 5 - Evolução da produção de leite na raça Holstein nos Estados Unidos da América....	13
Figura 6 - Evolução da percentagem de consanguinidade, entre 1980 e 2018, em vacas Holstein dos EUA	14
Figura 7 - Efeitos do stress térmico na eficiência reprodutiva das vacas leiteiras	20
Figura 8 - Esquemas de <i>Ovsynch</i>	27
Figura 9 - Taxa de concepção por inseminação artificial (IA) com utilização de <i>Ovsynch</i> e <i>Presynch</i>	29
Figura 10 - Esquema de <i>Presynch-Ovsynch</i> (GnRH – Hormona libertadora de gonadotrofinas; PGF _{2α} - Prostaglandina F _{2α})	30
Figura 11 - Esquema de G6G.....	30
Figura 12 - Esquema de <i>Double-Ovsynch</i>	30
Figura 13 - Esquemas de <i>Resynch</i>	32
Figura 14 - Esquema de <i>Resynch</i> com 2 PGF _{2α}	32
Figura 15 - Custo por dia em aberto (DA) em função dos dias após o parto	36
Figura 16 - Esquema de tratamento <i>Resynch</i> aplicado na exploração	40
Figura 17 - Distribuição de animais por intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial (IP – IA1)	45
Figura 18 - Distribuição de animais por intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante (IP – IAF).....	47
Figura 19 - Distribuição de animais por intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação (IA – DG).....	50
Figura 20 - Distribuição de animais por intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial (DG [⊖] – IA1).....	52
Figura 21 - Distribuição de animais por intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante (DG [⊖] – IAF)	54

Lista de abreviaturas

BEN	Balanço energético negativo
BEP	Balanço energético positivo
CAD	Dólar canadiano
CCS	Contagem de células somáticas
CL	Corpo lúteo
DA	Dias em aberto
DG	Diagnóstico de gestação
DG[⊖] – IA1	Intervalo diagnóstico de gestação negativo – primeira inseminação artificial
DG[⊖] – IAF	Intervalo diagnóstico de gestação negativo – inseminação artificial fecundante
E₂	Estradiol
FD	Folículo dominante
FSH	Hormona folículo estimulante
GnRH	Hormona libertadora de gonadotrofinas
IA	Inseminação artificial
IA – DG	Intervalo inseminação artificial – diagnóstico de gestação
IAF	Inseminação artificial fecundante
IATF	Inseminação artificial a tempo fixo
IA1 – IAF	Intervalo primeira inseminação artificial – inseminação artificial fecundante
IEP	Intervalo entre partos
IMS	Ingestão de matéria seca
IPC	Intervalo parto – concepção
IP – IA1	Intervalo parto – primeira inseminação artificial
IP – IAF	Intervalo parto – inseminação artificial fecundante
ITH	Índice de temperatura-humidade
LH	Hormona luteinizante
MS	Matéria seca
P₄	Progesterona
PDR	Proteína degradável no rúmen
PNDR	Proteína não degradável no rúmen
PGE₂	Prostaglandina E ₂
PGF_{2α}	Prostaglandina F _{2α}
PVE	Período voluntário de espera
RP	Retenção placentária
TG	Taxa de gestação
USD	Dólar americano

1. Introdução

Nas últimas décadas tem-se assistido à mudança de paradigma do setor da produção de leite de bovino, no sentido de possuir na exploração animais mais produtivos (Figura 1) (Lucy, 2001; Wolf, 2003). Esta alteração foi permitida devido à combinação de vários fatores, como sejam a seleção genética dos animais, o melhor maneio e a melhor nutrição (Lucy, 2001) e também as maiores preocupações com o bem estar animal.

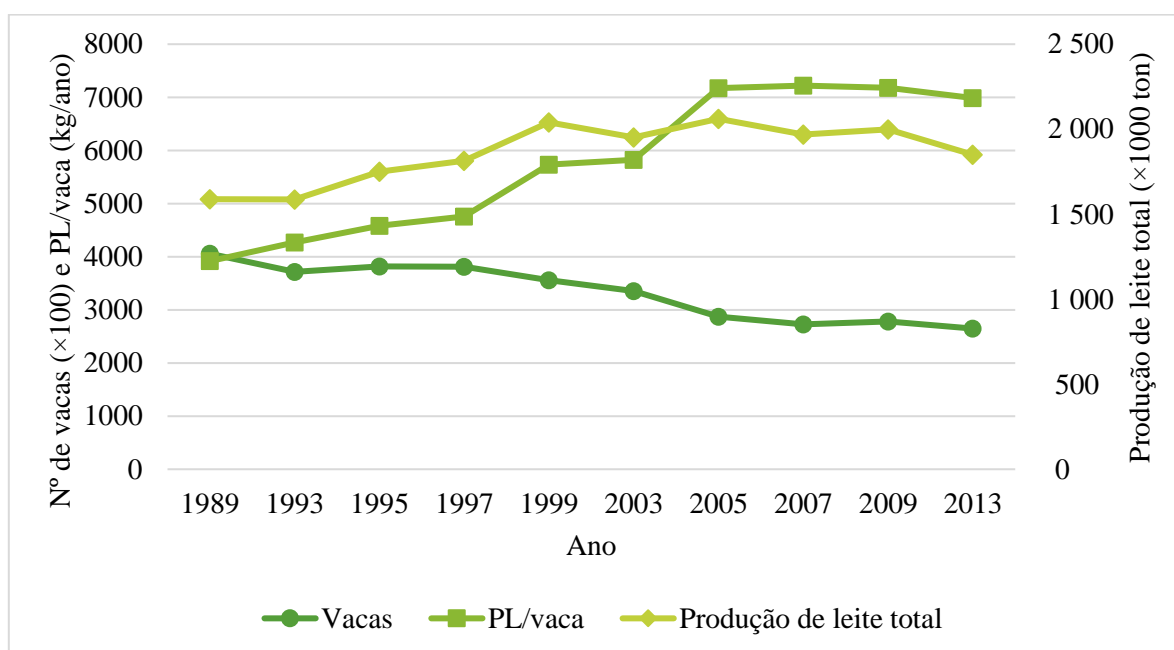


Figura 1 - Efetivo leiteiro, produção de leite (PL) por vaca e produção de leite total em Portugal (Instituto Nacional de Estatística [INE], 2016)

No entanto, associado a este aumento de produtividade, veio acoplada a deterioração da performance reprodutiva dos bovinos leiteiros (Lucy, 2001; Stevenson, 2001; Ball & Peters, 2004b; Wiltbank *et al.*, 2011; Nemecková *et al.*, 2015). De acordo com Lucy (2001), o declínio da fertilidade dos bovinos leiteiros de elevada produção está relacionado com as alterações fisiológicas necessárias para a elevada produtividade. Nemecková *et al.* (2015) defendem que o aumento da produção leiteira levam a balanços energéticos negativos (BEN) mais pronunciados. As vacas que se encontram em BEN após o parto apresentam um maior tempo até que fiquem novamente cíclicas porque o crescimento do folículo pré-ovulatório é mais lento (Lucy *et al.*, 1992).

A principal entrada de dinheiro nas explorações leiteiras provem da venda do leite (Giordano *et al.*, 2011). Desta forma, os produtores pretendem a produção de leite com os menores custos possíveis (Ball & Peters, 2004b). Para que os animais se encontrem a produzir, é necessário que tenham parido (Ball & Peters, 2004b; González-Recio *et al.*, 2007). Assim sendo, a fertilidade das vacas é crucial para a viabilidade económica das explorações de bovinos de leite (Plaizier *et al.*, 1997). Desta forma, tanto a

infertilidade como a subfertilidade, representam duas das principais causas de perdas económicas para as explorações (Stott *et al.*, 1999; Meadows *et al.*, 2005; Giordano *et al.*, 2011), podendo mesmo por em causa a viabilidade da exploração (Lucy, 2001; Stevenson, 2001).

Por forma a ultrapassar esta problemática, é essencial conhecer a fisiologia da reprodução de bovinos (Wiltbank *et al.*, 2011). Só desta forma é possível perceber como se pode intervir no ciclo éstrico dos animais, com vista à obtenção de uma melhor eficiência reprodutiva. De acordo com Stevenson (2001), a baixa taxa de deteção de cios é um dos principais fatores que condiciona de forma negativa uma nova gestação. Por este motivo, a utilização de programas de sincronização de ovulação – que permite a inseminação artificial a tempo fixo – é utilizada, de forma generalizada, por muitas explorações de bovinos leiteiros (Wiltbank *et al.*, 2011).

O presente trabalho tem como principal objetivo a avaliação da eficácia de um programa de sincronização de ovulação em vacas com um diagnóstico de gestação negativo (*Resynch*) numa exploração de bovinos de leite, com deteção visual de cios, situada na Moita.

1.1. Ciclo éstrico dos bovinos

Os bovinos são animais poliéstricos contínuos, quer isto dizer que apresentam ciclos éstricos de forma regular ao longo de todo o ano (Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005b), a não ser que se encontrem gestantes (Ball & Peters, 2004c) ou em anestro.

O ciclo éstrico destes animais tem uma duração média de 21 dias (Ball & Peters, 2004c), podendo variar entre os 18 e 24 dias (Diskin & Sreenan, 2000; Forde *et al.*, 2011). Dentro de cada ciclo podem distinguir-se duas fases: a fase lútea e a fase folicular (Figura 2) (Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005b; Forde *et al.*, 2011).

A fase lútea, prolonga-se por grande parte do ciclo éstrico, desde que ocorre ovulação até à luteólise, o que corresponde a 14 a 18 dias (Forde *et al.*, 2011), representando 80 % da duração do mesmo (Senger, 2005b). Durante este período, a estrutura dominante no ovário é o corpo lúteo (CL) (Senger, 2005b; Forde *et al.*, 2011).

A fase folicular tem curta duração, entre 4 e 6 dias (Forde *et al.*, 2011), representando cerca de 20 % da duração do ciclo éstrico (Senger, 2005b). Esta, estende-se desde a luteólise até que ocorra uma nova ovulação e é caracterizada pela presença de folículos ovários (Senger, 2005b; Forde *et al.*, 2011).

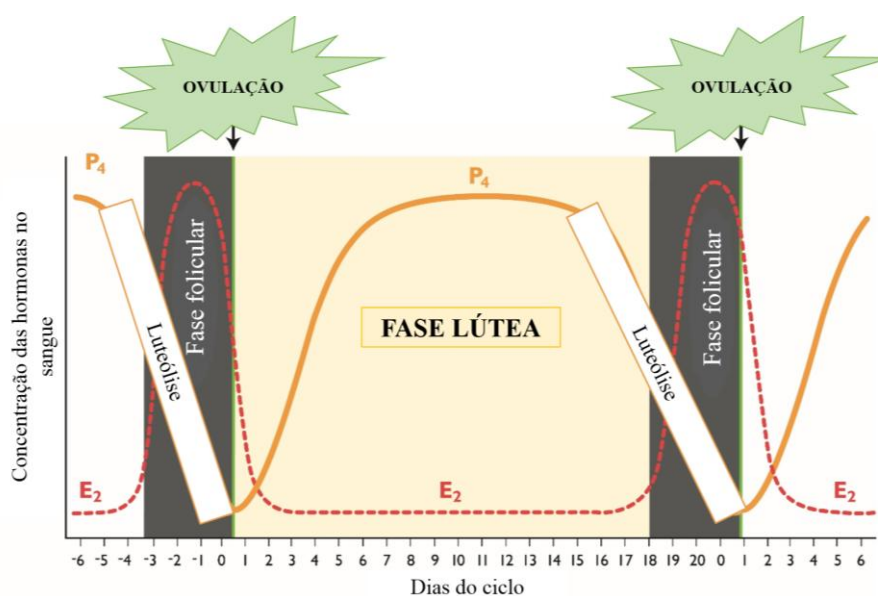


Figura 2 - Fases do ciclo éstrico e alteração da concentração das principais hormonas (P_4 - Progesterona; E_2 - Estradiol). (Adaptado de Senger, 2005b)

1.1.1. Regulação endócrina do ciclo éstrico

O ciclo éstrico dos bovinos é regulado por várias hormonas, sendo que as principais se podem dividir em dois grupos: as peptídicas e as esteroides (Senger, 2005a). As hormonas peptídicas são: a hormona libertadora de gonadotrofinas (GnRH), a hormona folículo estimulante (FSH), a hormona luteinizante (LH) e a inibina (Senger, 2005a). No grupo das esteroides encontram-se o estradiol (E_2) e a

progesterona (P_4) (Senger, 2005a). Também a prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) desempenha um importante papel na regulação do ciclo éstrico destes animais. No entanto, esta é um ácido gordo (Senger, 2005a).

A GnRH é uma hormona secretada pelo hipotálamo e tem um papel essencial na libertação das hormonas gonadotróficas, FSH e LH, pela hipófise anterior (Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005a).

A FSH e LH são secretadas pela hipófise anterior e têm um papel muito importante ao nível do ovário (Senger, 2005a). A FSH estimula o desenvolvimento dos folículos ováricos (Senger, 2005a). Por outro lado, a LH irá atuar ao nível das células da teca interna e das células lúteas, estimulando a ovulação, a formação do corpo lúteo (CL) e a secreção de P_4 (Senger, 2005a). A ação combinada destas hormonas é essencial para a produção de E_2 . A atuação da LH, ao nível das células da teca interna do folículo ovárico, leva à produção de androstenediona, que, por sua vez, será transferida para as células da granulosa e, sob ação da FSH, transformada em E_2 (De Rensis *et al.*, 2017).

A inibina, é produzida pelas células da granulosa do folículo ovárico (Senger, 2005a). O seu papel é exercer um mecanismo de *feedback* negativo sobre a hipófise anterior, inibindo a libertação de FSH (Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005a). Esta hormona atua também diretamente no ovário, inibindo o crescimento dos folículos ováricos não dominantes (Ball & Peters, 2004c).

O E_2 é produzido ao nível das células da granulosa do folículo ovárico (Senger, 2005a). Em determinada fase do ciclo éstrico dos animais, esta hormona, exerce um mecanismo de *feedback* negativo sobre o hipotálamo, inibindo a secreção de GnRH (Senger, 2005a). Por outro lado, quando presente em concentrações elevadas, e na ausência de P_4 , o E_2 é responsável pelo mecanismo de *feedback* positivo ao nível do hipotálamo, que provoca a libertação do pico pré-ovulatório de LH, (Ball & Peters, 2004c; Wiltbank *et al.*, 2014) e pela demonstração do comportamento de cio (Diskin & Sreenan, 2000; Senger, 2005a).

A P_4 é produzida pelo corpo lúteo (Senger, 2005a). Esta hormona é responsável por um mecanismo de *feedback* negativo sobre o hipotálamo, impedindo a libertação de GnRH (Senger, 2005a). Nestas condições, as concentrações de FSH e LH encontram-se diminuídas, não havendo desenvolvimento completo do folículo dominante. Por este motivo, a produção de E_2 é menor, verificando-se ausência de comportamento de cio (Diskin & Sreenan, 2000; Senger, 2005a).

A $PGF_{2\alpha}$ é secretada pelo endométrio (Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005a). A sua principal ação é a de promover a luteólise. No entanto, é também interveniente no processo de ovulação (Senger, 2005a).

Na Tabela 1, encontra-se sistematizado quais as principais hormonas que regulam o ciclo éstrico e os seus efeitos na regulação do mesmo.

Tabela 1 - Hormonas que regulam o ciclo éstrico e seus efeitos (Senger, 2005a)

Órgão secretor	Hormona	Efeito
Hipotálamo	GnRH	Condiciona a libertação de FSH e LH
Hipófise anterior	FSH	Desenvolvimento dos folículos ováricos e síntese de E ₂
	LH	Estimula a ovulação, a formação do CL e secreção de P ₄
Folículo ovárico	Inibina	Inibe a libertação de FSH
Ovário	E ₂	Inibe a libertação de GnRH e promove o comportamento de cio
	P ₄	Inibe a libertação de GnRH
Útero	PGF _{2α}	Promove a luteólise

GnRH – Hormona libertadora de gonadotrofinas; **FSH** – Hormona folículo estimulante; **LH** – Hormona luteinizante; **E₂** – Estradiol; **P₄** – Progesterona; **PGF_{2α}** – Prostaglandina F_{2α}; **CL** – Corpo lúteo.

1.1.1.1. Regulação endócrina da fase lútea

Durante a fase lútea, a principal estrutura presente no ovário é o corpo lúteo. Consequentemente, a principal hormona secretada nesta fase é a progesterona (Senger, 2005b).

Na fase lútea, distinguem-se dois momentos: metaestro e diestro (Senger, 2005b). O primeiro, inicia-se após a ovulação, com formação do CL, e é caracterizada pelo início da secreção de P₄ (Senger, 2005b; Forde *et al.*, 2011). Durante o di-estro, verifica-se a manutenção de concentrações elevadas de progesterona (Senger, 2005b).

De acordo com Senger (2005d), esta fase pode ser dividida em três processos: 1) luteinização, 2) produção de progesterona e 3) luteólise.

A luteinização ocorre imediatamente após a ovulação. Neste processo, sob ação da LH, as células da teca e da granulosa do folículo ovárico transformam-se em pequenas e grandes células lúteas, respetivamente (Smith *et al.*, 1994), ou seja, há formação do corpo lúteo (Senger, 2005d; Forde *et al.*, 2011).

Após a formação do corpo lúteo, inicia-se a secreção de P₄ pelo mesmo (Smith *et al.*, 1994; Senger, 2005d). A P₄ irá exercer um *feedback* negativo sobre o hipotálamo, inibindo a secreção de GnRH e consequente libertação de FSH e LH (Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005d; Forde *et al.*, 2011). Desta forma, verifica-se que durante a fase lútea há uma inibição do desenvolvimento de folículos pré-ovulatórios e, como resultado, uma baixa produção de E₂ e ausência de comportamento de cio.

O último processo desta fase corresponde à destruição do CL (luteólise) e é induzido pela $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Senger, 2005d; Forde *et al.*, 2011). A secreção de $\text{PGF}_{2\alpha}$ é estimulada pelo próprio CL que liberta oxitocina, como resposta à produção de E_2 das ondas de crescimento folicular (Ball & Peters, 2004c). A oxitocina, irá atuar em recetores do endométrio e induzir a libertação de $\text{PGF}_{2\alpha}$ pelo útero (Ball & Peters, 2004c).

O início da secreção de $\text{PGF}_{2\alpha}$ ocorre por volta do 16º a 17º dia do ciclo éstrico, caso não existam quantidades suficientes de interferão tau (sinalizador de gestação) em circulação (Forde *et al.*, 2011). Nesta situação, o útero secreta $\text{PGF}_{2\alpha}$, que é libertada na veia uterina, onde a sua concentração é elevada (Senger, 2005d). Como a artéria ovárica tem baixas concentrações da hormona (Senger, 2005d) verifica-se a ocorrência de um processo de difusão passiva – no sentido do gradiente de menor concentração – sendo este permitido pelo forte contacto existente entre os dois vasos sanguíneos – sendo a artéria ovárica envolvida pela veia uter (Senger, 2005d; Forde *et al.*, 2011). Ao chegar ao ovário, a $\text{PGF}_{2\alpha}$ irá provocar a lise do CL (Senger, 2005d; Forde *et al.*, 2011).

Após a luteólise, a secreção de P_4 diminui (Milvae *et al.*, 1996; Ball & Peters, 2004b; Senger, 2005d). A concentração sérica desta hormona decresce (Senger, 2005d), deixando de existir o *feedback* negativo sobre o hipotálamo (Milvae *et al.*, 1996; Senger, 2005d). A ausência deste mecanismo, permite que se retome a secreção e libertação de GnRH em maior quantidade e frequência (Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005d). Consequentemente, há um aumento da secreção de FSH e LH (Senger, 2005d; Forde *et al.*, 2011), entrando-se na fase folicular (Ball & Peters, 2004c).

1.1.1.2. Regulação endócrina da fase folicular

Durante a fase folicular, a principal estrutura presente no ovário são os folículos ováricos. Consequentemente, a principal hormona desta fase é o estradiol (Senger, 2005b).

À semelhança da fase lútea, a fase folicular do ciclo éstrico pode ser dividida em dois momentos: pro-estro e estro (Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005b). Durante o pro-estro, há um decréscimo da concentração de P_4 , devido à lise do CL (Senger, 2005c; Forde *et al.*, 2011). A fase de estro caracteriza-se, em termos endócrinos, pelo pico de produção de E_2 , responsável pela manifestação do comportamento de cio (Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005a; Forde *et al.*, 2011).

No início da fase folicular, há um reinício da secreção pulsátil de GnRH, devido à ausência do *feedback* negativo da P_4 (Ball & Peters, 2004c). Como consequência, há um aumento da secreção de FSH e LH (Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005c). Sob ação destas hormonas, os folículos ováricos iniciam o seu crescimento e a produção de E_2 (Senger, 2005c; Forde *et al.*, 2011).

A dinâmica de crescimento folicular pode ser dividida em 3 grandes fases: 1) recrutamento, 2) seleção e 3) dominância (Lucy *et al.*, 1992; Senger, 2005c; Forde *et al.*, 2011). No recrutamento, inicia-se o desenvolvimento de um grupo de folículos (Lucy *et al.*, 1992; Senger, 2005c). O desenvolvimento destes é permitido pelo aumento da concentração de FSH no sangue (Diskin & Sreenan, 2000; McGee

& Hsueh, 2000; Senger, 2005c). De acordo com McGee & Hsueh (2000) e Diskin & Sreenan (2000), a FSH parece ser a hormona determinante para a sobrevivência dos folículos ovários nos primeiros estádios de desenvolvimento (McGee & Hsueh, 2000). À medida que estes iniciam o seu crescimento, começam a produzir E₂ e inibina (Senger, 2005c). O E₂ irá atuar ao nível do hipotálamo, através de um mecanismo de *feedback* negativo, inibindo a secreção de GnRH. Por outro lado, a inibina atua diretamente na hipófise anterior inibindo a secreção de FSH (McGee & Hsueh, 2000; Senger, 2005c). Devido à falta de condições endócrinas favoráveis, no caso dos bovinos, geralmente, apenas um folículo continua o seu desenvolvimento (passando pela fase de seleção) e atinge a fase de dominância, sofrendo os restantes atresia (Lucy *et al.*, 1992; Ball & Peters, 2004c; Senger, 2005c; Wiltbank *et al.*, 2011).

O folículo que é selecionado para continuar o seu crescimento, é aquele que tem maior quantidade de recetores de FSH e LH, tornando-se assim mais sensível às concentrações destas hormonas (McGee & Hsueh, 2000), e necessitando, por isso, de menores concentrações das mesmas para continuar o seu crescimento e desenvolvimento (Senger, 2005c)

Na passagem da fase de seleção para a fase de dominância, o folículo dominante produz uma grande quantidade de E₂ e inibina (McGee & Hsueh, 2000; Senger, 2005c; Forde *et al.*, 2011).

Durante a dinâmica de crescimento folicular, as concentrações das hormonas alteram-se. Isto verifica-se devido à existência de mecanismos de *feedback* negativo já mencionados, bem como ao desenvolvimento dos folículos ovários. Na Tabela 2, é possível ver, de forma sintetizada, a concentração das hormonas ao longo das diferentes fases da dinâmica de crescimento folicular.

Tabela 2 - Concentração das diferentes hormonas nas diferentes fases da dinâmica de crescimento folicular (Senger, 2005c)

Fase	Hormona			
	FSH	LH	Estradiol	Inibina
Recrutamento	Elevada	Baixa	Ausente	Ausente
Seleção	Baixa	Moderada	Baixa	Baixa
Dominância	Baixa	Elevada	Elevada	Elevada

FSH – Hormona folículo estimulante; **LH** – Hormona luteinizante

1.1.2. Ondas de crescimento folicular e ovulação

Durante o ciclo éstrico, existem várias ondas foliculares até que ocorra a ovulação (Figura 3) (Lucy *et al.*, 1992; Diskin & Sreenan, 2000; Senger, 2005c; Forde *et al.*, 2011). No caso dos bovinos, ocorrem, em média, três ondas foliculares (Senger, 2005c).

A primeira onda de crescimento folicular inicia-se após o pico pré-ovulatório de LH (Wiltbank *et al.*, 2011). Verifica-se que, devido à diminuição da concentração de E₂ e inibina, ocorre um pico de

FSH, que irá desencadear o aparecimento da primeira onda folicular (Wiltbank *et al.*, 2011), durante o meta-estro (Senger, 2005c). Nesta primeira onda, o folículo dominante sofre atresia porque os níveis de P_4 são crescentes, não permitindo o seu completo desenvolvimento (Senger, 2005c).

A segunda onda de crescimento folicular emerge durante o di-estro (Senger, 2005c). Nesta fase do ciclo, a concentração de P_4 é muito elevada devido à presença do CL funcional. Assim, de forma semelhante ao que acontece na primeira onda, o folículo dominante sofre atresia, por falta de condições endócrinas para que ocorra a ovulação (Senger, 2005c).

Por sua vez, a terceira onda coincide com a fase de estro (Senger, 2005c). Nesta altura, já ocorreu a luteólise, pelo que os níveis de P_4 são baixos, deixando de existir o *feedback* negativo da mesma sobre o hipotálamo. Assim, existem as condições ideais ao completo desenvolvimento do folículo ovárico e que permitem a ovulação (Lucy *et al.*, 1992; Senger, 2005c).

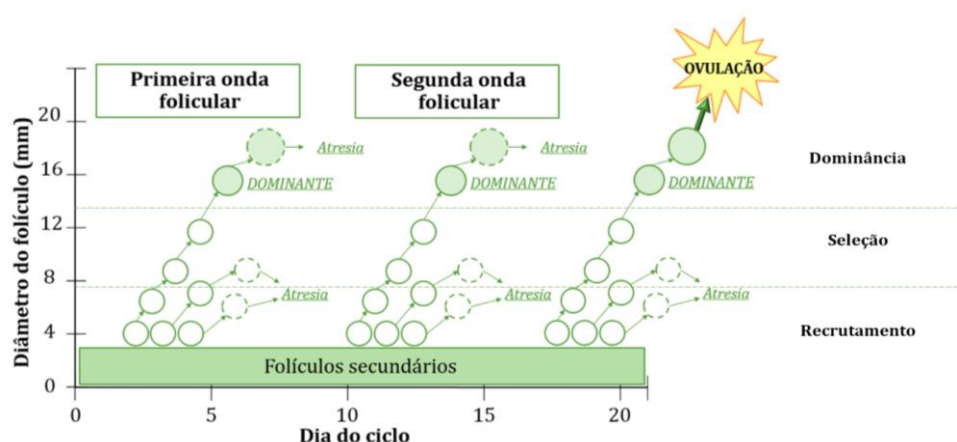


Figura 3 - Fases da dinâmica de crescimento folicular e ondas de crescimento folicular durante o ciclo estrico (Adaptado de Lucy *et al.*, 1992; McGee & Hsueh, 2000; Senger, 2005c).

O pico pré-ovulatório de LH é essencial para que ocorra a ovulação. Este, provoca uma série de alterações endócrinas que permitem o último evento referido: 1) aumento da secreção de prostaglandina E_2 (PGE_2) pelo ovário; 2) secreção de P_4 pelas células da teca do folículo ovárico; 3) síntese e libertação de $PGF_{2\alpha}$ pelo ovário (Senger, 2005c). O aumento da secreção de PGE_2 irá aumentar o aporte sanguíneo ao ovário, nomeadamente ao folículo dominante (Senger, 2005c). Desta forma, ocorre a formação de um edema, com aumento da pressão interna do folículo (Senger, 2005c). Concomitantemente, as células da teca do folículo ovárico passam a sintetizar P_4 , ao invés de E_2 (Senger, 2005c). A síntese de P_4 irá estimular a produção de uma enzima, denominada collagenase, que quebra as ligações de colagénio existentes na túnica albugínea, tecido que envolve o ovário (Senger, 2005c). A síntese e libertação de $PGF_{2\alpha}$ provoca contrações do ovário e rutura dos lisossomas das células da granulosa do folículo ovárico, com consequente libertação de enzimas que ajudam na degradação do colagénio (Senger, 2005c). Desta forma, o aumento de volume e pressão do folículo dominante, juntamente com a degradação enzimática do colagénio, promovem o enfraquecimento da parede do ovário, permitindo a ovulação.

1.2. Maneio reprodutivo

Hoje em dia, os produtores ou responsáveis das explorações, têm disponíveis vários indicadores reprodutivos que auxiliam na gestão do efetivo.

Os valores para os diferentes parâmetros reprodutivos devem ser estabelecidos de acordo com o tipo de maneio e nível de produção de cada exploração. No entanto, existem valores de referência que devem ser considerados em explorações com elevado nível de produção e que serão discutidos neste capítulo.

1.2.1. Intervalo entre partos

Por intervalo entre partos (IEP) entende-se o intervalo entre dois partos consecutivos. Por forma a tirar o máximo proveito das vacas leiteiras, o IEP ótimo deve ser entre 12 e 13 meses (Arbel *et al.*, 2001; Ball & Peters, 2004b).

Quando o IEP é superior ao ótimo, há um comprometimento dos resultados económicos da exploração devido a: 1) maior proporção de tempo não produtivo das vacas; 2) menor produção de leite por vaca e por ano; 3) menor produção de vitelos por ano (Ball & Peters, 2004b) e 4) maior taxa de refugo por infertilidade (Bartolome & Archbald, 2011).

No entanto, para vacas com produções de leite muito elevadas, IEP maiores podem compensar economicamente, no longo prazo. Isto verifica-se porque estes animais apresentam lactações mais persistentes, podendo mesmo apresentar produções de 40 kg/dia aos 305 dias de lactação (Ball & Peters, 2004b), havendo assim benefício em prolongar o período de lactação.

1.2.2. Período voluntário de espera

Por período voluntário de espera (PVE) entende-se o tempo que o produtor ou técnico responsável da exploração aguarda após o parto da vaca até voltar a inseminá-la – mesmo que apresente cio antes – sendo essencialmente uma decisão de maneio, dependente dos objetivos da exploração (Stevenson, 2001; Risco, 2011).

De uma forma geral, o PVE praticado nas explorações de bovinos leiteiros tem duração de 40 a 70 dias (Stevenson, 2001; Rocha & Carvalheira, 2002; Ball & Peters, 2004b).

O PVE será menor em explorações cujas vacas apresentam menor produção leiteira e maior em explorações com vacas mais produtivas (Bartolome & Archbald, 2011). Isto verifica-se porque devido à maior ingestão de matéria seca (IMS), o fluxo sanguíneo que passa pelo fígado é maior, havendo assim uma maior degradação das hormonas esteroides (E_2 e P_4) (Sangsritavong *et al.*, 2002). Devido à menor concentração circulante de E_2 , o pico pré-ovulatório de LH e a demonstração de comportamento de cio ficam comprometidos o que irá comprometer a fertilidade dos animais. Por outro lado, num meio de baixa concentração de P_4 , o *feedback* negativo sobre o hipotálamo não é eficaz, havendo assim secreção de GnRH e, consequentemente de FSH e LH, o que faz com que os folículos ovários se desenvolvam

com uma elevada frequência de secreção pulsátil de LH (Pursley & Martins, 2012), resultando em períodos de crescimento e dominância foliculares maiores, que diminuem a fertilidade do oócito (Dewey *et al.*, 2010). Desta forma, a fertilidade das vacas leiteiras de elevada produção fica comprometida nos primeiros meses de lactação, devendo esperar-se mais tempo (Figura 4) até voltar a inseminá-las.

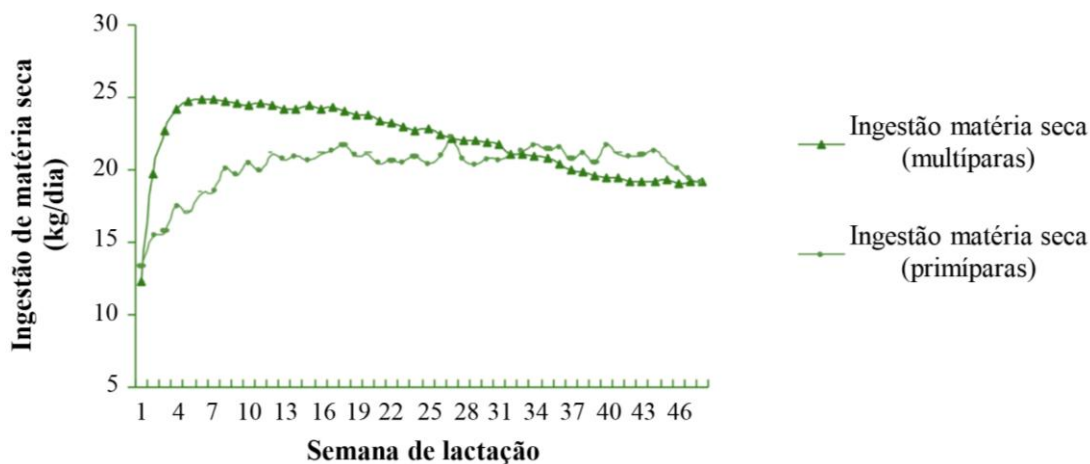


Figura 4 - Ingestão de matéria seca ao longo da lactação (NRC, 2001)

Após o parto, os animais podem apresentar infecções uterinas (Risco, 2011). Assim, o intuito do PVE passa também por permitir a recuperação do trato reprodutivo da vaca por forma a esta ser capaz de assegurar uma nova gestação de termo (Stevenson, 2001).

1.2.3. Intervalo parto – concepção

O intervalo parto – concepção (IPC) corresponde ao número de dias entre um parto e a concepção seguinte. Este parâmetro é um bom indicador da fertilidade de bovinos leiteiros (Rocha & Carvalheira, 2002). Este intervalo de tempo pode também ser referido como número de dias em aberto (DA) (Nebel & McGilliard, 1993).

O IPC é o parâmetro que têm maior influencia no IEP (Ball & Peters, 2004b). Assim, quando se pretende atingir o IEP ótimo, o IPC não deverá ultrapassar os 80 a 90 dias (Ball & Peters, 2004b). No entanto, este valor é meramente teórico, verificando-se na prática IPC de 100 dias na maioria das vacas.

De acordo com Ball & Peters (2004b), o IPC pode ser decomposto em dois intervalos: o intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial (IP – IA1) e o intervalo entre a primeira inseminação artificial e a inseminação artificial fecundante (IA1 – IAF).

1.2.3.1. Intervalo parto – primeira inseminação artificial

O intervalo entre o parto e a primeira inseminação (IP – IA1) é um indicador reprodutivo que expressa a eficácia da deteção de cios dentro de uma exploração (Rocha & Carvalheira, 2002). Isto é, quanto menor for o IP – IA1, maior será a taxa de deteção de cios (Rocha & Carvalheira, 2002).

O IP – IA1 é determinado pelo PVE, pelo reinício da atividade ovárica após o parto e pela ocorrência e detecção do comportamento de cio (Ball & Peters, 2004b).

Segundo Ball & Peters (2004b), o IP – IA1 pode aumentar devido a dois acontecimentos: 1) falha na demonstração de comportamento de cio – ausência de atividade ovárica ou ovulações silenciosas – ou 2) falha na detecção do comportamento de estro.

1.2.3.2. Intervalo primeira inseminação artificial – inseminação artificial fecundante

O intervalo entre a primeira inseminação artificial e a inseminação artificial fecundante (IA1 – IAF) encontra-se essencialmente dependente de fatores inerentes à vaca, como sejam a sua capacidade de concepção e manutenção da gestação, no caso de ficar gestante na 1ª IA, ou a sua capacidade de manter a ciclicidade após uma 1ª IA falhada (Ball & Peters, 2004b). No entanto, fatores como a boa fertilidade do sémen escolhido e um processo de IA adequado contribuem também para o encurtamento deste intervalo (Ball & Peters, 2004b).

A duração deste intervalo, é também influenciada pela correta detecção de cio (embora este fator apresente mais relevância no intervalo previamente referido).

1.3. Eficiência reprodutiva

Entendendo-se eficiência reprodutiva como a capacidade de uma vaca ficar gestante e gerar descendência viável (Ball & Peters, 2004b), a taxa de gestação (TG) poderá ser bom indicador (quando a taxa de mortalidade embrionária e taxa de aborto são reduzidas).

A TG calcula-se através do quociente entre o número de vacas que fica gestante e o número total de vacas elegíveis para serem inseminadas ($TG = \frac{n^{\circ} \text{ vacas gestantes}}{n^{\circ} \text{ vacas elegíveis}} \times 100$) (Fricke *et al.* 2005). São elegíveis todas as vacas abertas (não gestantes) que já passaram o período voluntário de espera (PVE). Esta taxa é, geralmente calculada para intervalos de 21 dias (Fricke *et al.* 2005). De uma forma geral, e com boas técnicas de manejo reprodutivo, a TG ronda os 20 a 24 %, no entanto, Fricke tem desenvolvido esforços no sentido de melhorar este indicador de eficiência reprodutiva para os 30 % (Fricke, 2013). Para atingir este objetivo, ele descreve “5 fatores determinantes para o sucesso reprodutivo”. São eles: 1) inseminar as vacas o mais rapidamente após o PVE; 2) inseminar as vacas no momento certo em relação ao cio/ovulação; 3) melhorar a eficiência da inseminação artificial (IA); 4) identificar as vacas não gestantes cedo após a IA; e, 5) reinseminar as vacas não gestantes o mais rápido possível (Fricke, 2015). Com a aplicação destes princípios, numa exploração localizada no Wisconsin, com produção média de cerca de 13.000 kg, Fricke *et al.* (2015), atingiram 34 % de TG de 21 dias.

De acordo com Roche *et al.* (2000), para que se obtenha uma boa eficiência reprodutiva é essencial: 1) período de transição adequado, 2) elevada taxa de submissão à inseminação e 3) elevadas taxas de gestação por inseminação.

O período de transição das vacas leiteiras estende-se das 3 semanas antes do parto até às 4 semanas após este (Roche *et al.*, 2000; Zebeli *et al.*, 2015). Durante este tempo, ocorrem mudanças metabólicas que deixam os animais mais sujeitos a doenças (Zebeli *et al.*, 2015). Por este motivo, é de especial importância a sua condução nas 7 semanas do periparto, tendo em conta que é neste período que ocorrem a maioria dos problemas com os animais.

Para que se verifique uma elevada taxa de submissão é determinante o reinício da atividade ovárica bem como uma boa taxa de deteção de cios (Roche *et al.*, 2000). Assim, idealmente, as vacas deverão estar novamente cíclicas 30 a 45 dias após o parto e a taxa de deteção de cio da exploração ser o mais elevada possível – para isso deve investir-se mais tempo na observação dos animais ou investir em equipamentos que auxiliem a deteção, como podómetros (Roche *et al.*, 2000).

Por fim, para obter uma elevada taxa de gestação por inseminação artificial, aspetos como a taxa de concepção à primeira inseminação (TC à 1ªIA) e o número de inseminações necessárias para a concepção (IA/C), são determinantes. Há estudos que comprovam o agravamento destes indicadores (Lucy, 2001), verificando-se que a TC à 1ªIA caiu de 65 % (1951) para 40 % (1996) e o número de IA/C aumentou de 1,62 (1972) para 2,91 (1996). É, também, de extrema importância a atenuação do balanço energético negativo e o controlo do nível de proteína bruta (PB) presente nos regimes alimentares para atingir boas taxas de gestação (Roche *et al.*, 2000).

1.3.1. Causas da quebra da eficiência reprodutiva

Nas últimas décadas, de acordo com o Council on Dairy Cattle Breeding (CDCB, 2018), observou-se um aumento da produção leiteira dos animais (Figura 5). Esta evolução foi permitida graças à seleção genética dos animais, à melhor alimentação, técnicas de manejo mais intensivo e melhor bem estar animal (Lucy, 2001; Rodriguez-Martinez *et al.*, 2008).

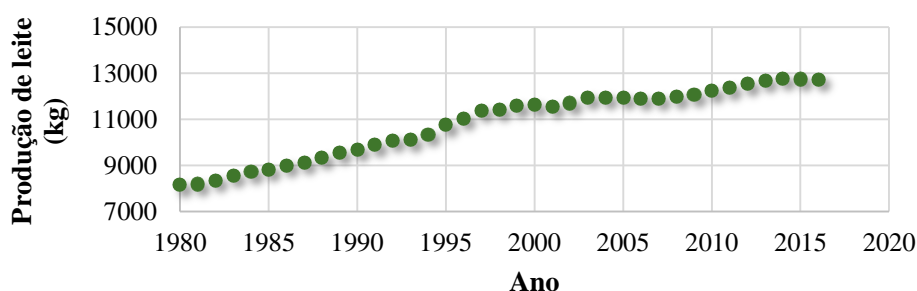


Figura 5 - Evolução da produção de leite na raça Holstein nos Estados Unidos da América (CDCB, 2018a)

Em simultâneo, assistiu-se à quebra da eficiência reprodutiva dos bovinos leiteiros (Lucy, 2001; Stevenson, 2001; Ball & Peters, 2004b; Rodriguez-Martinez *et al.*, 2008; Walsh *et al.*, 2011; Wiltbank *et al.*, 2011; Mendonça *et al.*, 2012; Nemecková *et al.*, 2015). Esta é evidenciada por: 1) aumento do número de inseminações por concepção; 2) aumento do número de dias em aberto, e, consequentemente, 3) aumento do IEP (Rodriguez-Martinez *et al.*, 2008). Tendo em conta esta problemática, hoje em dia existem cada vez mais sistemas e estratégias para a contornar, como sejam a utilização de dispositivos eletrónicos para a deteção de cios (podómetros) ou a aplicação de protocolos hormonais para a sincronização de cios.

Este declínio na eficiência reprodutiva pode ser explicado pelos fatores que serão descritos de seguida.

1.3.1.1. Consanguinidade

A consanguinidade resulta do acasalamento entre indivíduos aparentados, ou seja, com ascendentes comuns. Quanto mais próximo for o parentesco, maior será a consanguinidade resultante desse cruzamento.

Os métodos de seleção utilizados nos últimos anos baseiam-se na elevada intensidade e maior precisão de seleção, em busca de uma população de maior uniformidade. Isto é positivo quando se pretende fixar um determinado carácter (como a elevada produção de leite) mas negativo para outros (como a fertilidade). Assim sendo, esta uniformidade deverá ser minimizada, gerindo bem a utilização dos reprodutores.

Nas últimas décadas têm-se assistido ao aumento da percentagem de consanguinidade na raça Holstein (Figura 6) (CDCB, 2018b).

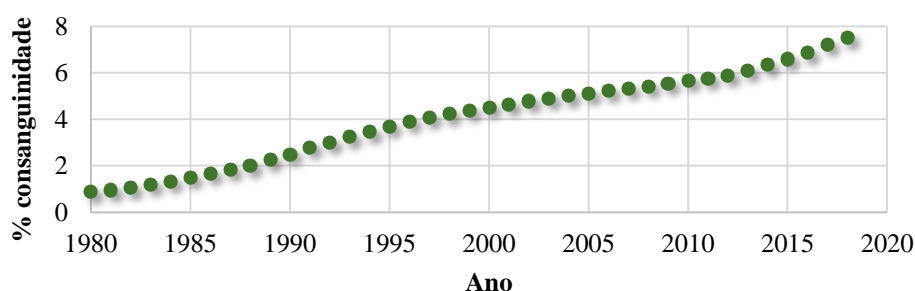


Figura 6 - Evolução da percentagem de consanguinidade, entre 1980 e 2018, em vacas Holstein dos EUA (CDCB, 2018b)

A crescente utilização da inseminação artificial (IA) nas explorações de bovinos leiteiros, pode, de certa forma, explicar este fenómeno (Rodriguez-Martinez *et al.*, 2008). A existência de catálogos de touros, permite aos produtores escolherem os melhores animais de acordo com os seus objetivos produtivos. Como o principal objetivo de todos os produtores acaba por ser maximizar a produção, acaba por se utilizar um reduzido número de animais. Também o facto de apenas um touro poder produzir muitas doses de sêmen por ano (mais de 100.000) faz com que a necessidade de touros a nível mundial para assegurar a reprodução das vacas com recurso à IA seja muito menor do que o rácio que teria de haver numa exploração com cobrição natural (Rodriguez-Martinez *et al.*, 2008).

De acordo com Lucy (2001) e González-Recio *et al.* (2007), este aumento de consanguinidade têm efeitos na fertilidade das vacas, levando ao aumento da taxa de refugo por infertilidade.

Num estudo (González-Recio *et al.*, 2007), foi verificado que quando a percentagem de consanguinidade ultrapassa os 6,25 %, a taxa de refugo involuntário é aumentada em 14 %. Tendo em conta que, hoje em dia, a percentagem de consanguinidade se encontra nos 7,5 % (CDCB, 2018b), é possível inferir que a taxa de refugo será ainda mais elevada.

Outro estudo (Lucy, 2001), refere que, como consequência do aumento de 1 % na percentagem de consanguinidade, se verifica um decréscimo de 3,3 % na taxa de conceção, o aumento de 0,17 inseminações por conceção e o aumento de 2 dias ao intervalo parto-conceção (dias em aberto). Ilustrando-se assim de forma clara os efeitos do aumento da consanguinidade na quebra de eficiência reprodutiva.

1.3.1.2. Balanço energético negativo e condição corporal

A seleção feita para o aumento da produção leiteira levou, indiretamente, à seleção de animais de maior porte e, por consequência, com maiores necessidades de manutenção. Isto fez com que as vacas leiteiras de elevada produção simplesmente não tenham capacidade de ingestão voluntária suficiente para satisfazer as necessidades energéticas e nutricionais da lactação (Nebel & McGilliard, 1993; Zebeli *et al.*, 2015).

O balanço energético negativo (BEN) ocorre quando as necessidades energéticas e nutricionais do início da lactação não são cobertas pela capacidade de ingestão voluntária dos animais (Lucy, 2001). Nesta situação, os animais têm de recorrer à mobilização de reservas corporais para as satisfazer (Nebel & McGilliard, 1993; Walsh *et al.*, 2011).

Ainda assim, pode haver animais de baixa de produção em BEN, desde que a sua capacidade de ingestão voluntária esteja comprometida (Lucy, 2001), uma vez que, o balanço energético das vacas leiteiras não está diretamente relacionado com a elevada produção de leite, mas sim com a capacidade de ingestão dos animais (Nebel & McGilliard, 1993). Isto é, para a mesma produção de leite, há animais que apresentam elevada capacidade de ingestão, mobilizando menos reservas corporais para satisfazer as necessidades da lactação – encontrando-se em BEN menos severo – e animais com baixa capacidade de ingestão, que terão de mobilizar mais reservas corporais – agravando-se assim o BEN (Nebel & McGilliard, 1993).

Nos animais que se encontram em BEN, a secreção pulsátil de LH encontra-se diminuída (Butler, 2000; Roche *et al.*, 2000). Em adição a este facto, como consequência da baixa capacidade de ingestão voluntária, a concentração sérica de glucose, insulina e IGF-1 diminui (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; De Rensis *et al.*, 2017). A glucose é o nutriente essencial ao correto funcionamento dos ovários e modela a secreção pulsátil de LH. A insulina é uma hormona essencial para o correto desenvolvimento dos folículos ováricos e, consequentemente, obtenção de oócitos de qualidade (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; De Rensis *et al.*, 2017). Por sua vez, a ação conjunta da glucose e do IGF-1 estimula o crescimento dos folículos ováricos (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; De Rensis *et al.*, 2017). Tendo em conta os efeitos diretos do BEN e da baixa capacidade de ingestão voluntária, referidos, é possível compreender que irá haver uma menor produção de estradiol pelo folículo dominante. Desta forma, há menor probabilidade de haver *feedback* positivo que estimule o pico pré-ovulatório de LH, ficando a ovulação comprometida (Butler, 2000), e havendo um aumento dos períodos de anestro. Verifica-se, também, uma menor (ou ausência de) demonstração de comportamento de cio – que poderá resultar em ovulações silenciosas (comprometimento da taxa de submissão). Assim, o intervalo entre o parto e a primeira inseminação aumenta (Roche *et al.*, 2000).

O balanço energético dos animais no pós parto encontra-se intimamente ligado com a demonstração do comportamento de cio (Nebel & McGilliard, 1993). De facto, verificou-se que, no primeiro ciclo éstrico após o parto, quando os animais se encontravam em BEN, apenas 16,7 % exibem este

comportamento. Comparando com os animais que se encontravam em balanço energético positivo (BEP), este comportamento é exibido em 60 %. No segundo ciclo éstrico após o parto, os resultados para os animais em BEN melhoram, no entanto, continuam a ser muito melhores para os animais em BEP (66,7 % BEN exibem cio vs. 80 % BEP exibem cio) (Nebel & McGilliard, 1993).

Assim, é de extrema importância que, após o parto, a capacidade de ingestão voluntária dos animais aumente. Uma vez que só desta forma irão ingerir os nutrientes necessários para recuperar do BEN, que irá influenciar o ciclo éstrico (Nebel & McGilliard, 1993; Risco & Retamal, 2011).

De forma ideal, no momento do parto os animais devem encontra-se entre 2,5 e 3,5 (Risco & Retamal, 2011; Walsh *et al.*, 2011), para se garantir que o período de transição ocorre sem problemas de maior.

A CC no momento do parto está intimamente ligada com o grau do BEN (Zebeli *et al.*, 2015). Quando a CC é inferior ou superior ao referido, os animais encontram-se em BEN mais profundo que o normal e irão verificar-se quebras na fertilidade dos animais devido a: 1) menor probabilidade de ovulação; 2) menor taxa de concepção à primeira inseminação e 3) maior probabilidade de perda de gestação (Walsh *et al.*, 2011).

Seria de esperar que uma CC superior fosse sinónimo de melhor período de transição, no entanto, estes animais apresentam menor capacidade de ingestão voluntária, e levam mais tempo a recuperá-la no pós-parto, por esse motivo apresentam BEN's mais severos (Walsh *et al.*, 2011).

De acordo com Nebel & McGilliard (1993), Risco & Retamal (2011) e Walsh *et al.* (2011), a perda de mais de 0,5 a 1 ponto de CC no pós parto é um fator negativo para a fertilidade das vacas, havendo uma maior dificuldade na concepção seguinte. Desta forma, é possível compreender a grande influência que a CC dos animais tem na eficiência reprodutiva.

1.3.1.3. Regime e manejo alimentar não adequado

Os aspetos de maior importância do período de transição acabam por ser o manejo e o regime alimentar das vacas (Zebeli *et al.*, 2015).

Numa tentativa de atenuar o problema do BEN, começou a formular e distribuir-se regimes alimentares ricos em alimentos concentrados (em detrimento de alimentos ricos em fibra) às vacas em lactação (Zebeli *et al.*, 2015). A grande questão é que, durante o período seco, a dieta das vacas leiteiras é exatamente o oposto, ou seja, é essencialmente constituída por alimentos grosseiros.

A alteração brusca de uma alimentação rica em fibra para uma alimentação rica em alimentos concentrados (ricos em amido), provoca distúrbios ruminais. Isto verifica-se porque durante o período seco, a flora ruminal é essencialmente composta por microrganismos celulolíticos, havendo degradação dos glúcidos em ácidos gordos voláteis (AGV). A alteração para flora amilolítica ocorre rapidamente aquando da alteração de alimentos, havendo assim degradação dos alimentos em ácido láctico e propiónico. No entanto, o desenvolvimento das bactérias lácticas no rúmen leva várias semanas,

provocando assim acumulação do ácido láctico e o desenvolvimento de acidoses. As acidoses diminuem a digestibilidade da dieta – havendo menor disponibilidade energética e nutricional – e ainda condicionam a capacidade de ingestão voluntária dos animais, o que irá agravar os efeitos do BEN previamente referidos.

Tanto a distribuição de regimes alimentares com baixo teor de fibra efetiva, como a distribuição e ingestão de grandes quantidades de alimento, num curto espaço de tempo, provocam um aumento do risco de acidose (Zebeli *et al.*, 2015). Isto porque, se verifica uma diminuição do comportamento de ruminação. Como consequência, há uma menor produção de saliva, o que irá comprometer a capacidade tampão do rúmen e provocar o abaixamento do seu pH, com as consequências acima referidas (acidoses).

De acordo com Butler (2000), para que se possa atingir os elevados níveis de produção leiteira, é necessária a distribuição de regimes alimentares com elevados níveis de PB (17 a 18 %), no entanto, estes estão associados com um decréscimo da eficiência reprodutiva dos bovinos leiteiros. O fornecimento de grandes quantidades de proteína degradável no rúmen, faz com que haja uma grande produção de amónia que leva ao aumento da concentração sanguínea de ureia (Butler, 2000; Zebeli *et al.*, 2015). As elevadas concentrações de ureia fazem com que haja alteração do ambiente uterino e estimulam a secreção de prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) pelo endométrio (Butler, 2000), o que irá induzir a luteólise. Desta forma, o desenvolvimento embrionário encontra-se comprometido e, consequentemente a eficiência reprodutiva.

1.3.1.4. Stress térmico

A zona termoneutral das vacas leiteiras situa-se entre os 5 e 25 °C (Salgueiro & Almeida, 2015; De Rensis *et al.*, 2017). Quer isto dizer que para temperaturas nesta gama de valores os animais conseguem, sem grandes dificuldades, manter a sua temperatura corporal normal (38,6 °C) (Hansen, 2011; Salgueiro & Almeida, 2015). Quando a temperatura ambiente excede a temperatura superior crítica, são ativados mecanismos de regulação da temperatura, que comprometem a eficiência produtiva e reprodutiva dos animais.

Os efeitos negativos das elevadas temperaturas são mais marcados quando a humidade relativa ambiente é elevada. Por este motivo, criou-se o índice de temperatura humidade (ITH), que se revelou um bom estimador para o stress térmico (De Rensis *et al.* 2015; De Rensis *et al.*, 2017) (Anexo 2).

Tendo em conta o ITH, os animais encontram-se na sua zona de conforto para valores menores que 68. Para valores entre 68 e 74, começa a notar-se algum nível de desconforto e stress. No entanto, é para valores iguais ou superiores a 75 que os animais se encontram verdadeiramente em stress térmico, com consequências negativas para a sua performance produtiva e reprodutiva, que serão tão mais marcadas quanto maior for o ITH (De Rensis *et al.* 2015) (Anexo 1).

As vacas leiteiras de elevadas produções apresentam um incremento de calor muito elevado devido à sua grande produção, conjugada com a grande quantidade de matéria seca ingerida por dia – que leva a elevadas taxas de fermentação no rúmen com libertação de calor – (Salgueiro & Almeida, 2015). Pode então afirmar-se que a tolerância ao calor e a produção leiteira variam inversamente (Salgueiro & Almeida, 2015), uma vez que o gradiente térmico entre a temperatura das vacas em lactação e a temperatura ambiente será menor.

O stress térmico representa o principal fator para a quebra da eficiência reprodutiva das vacas leiteiras durante os meses quentes (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; Salgueiro & Almeida, 2015). Os efeitos deste stress devem ser alvo de especial atenção porque não se cingem aos meses quentes, prolongam-se para os meses mais frescos (Salgueiro & Almeida, 2015; De Rensis *et al.*, 2017). A continuação da baixa fertilidade é explicada pelo efeito do stress térmico nos folículos primordiais – baixa qualidade dos oócitos –, que irão iniciar o seu desenvolvimento e, eventualmente, atingir o estado de folículo dominante meses após o stress (Salgueiro & Almeida, 2015).

1.3.1.4.1. Efeitos do stress térmico no balanço energético negativo

Por forma a evitar o sobreaquecimento, durante os meses quentes, as vacas diminuem a quantidade de alimento ingerida (De Rensis *et al.*, 2017). Desta forma, o BEN é mais profundo e prolongado (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; De Rensis *et al.*, 2017), com as consequências referidas no ponto 1.3.1.2., sendo o efeito agravado nos animais de elevada produção, devido às suas superiores necessidades energéticas e nutricionais.

1.3.1.4.2. Efeitos do stress térmico no ciclo éstrico

Os principais aspetos elucidativos do efeito negativo do stress térmico sobre o ciclo éstrico são: 1) o baixo comportamento de cio; 2) as alterações no desenvolvimento folicular; e 3) o aumento da mortalidade embrionária (Hansen, 2011).

Quando os animais se encontram em stress térmico, a secreção da hormona libertadora de gonadotrofinas (GnRH) é alterada, havendo uma diminuição da sua concentração sérica (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; De Rensis *et al.*, 2017). Como resultado, verifica-se uma diminuição na secreção pulsátil da hormona luteinizante (LH) (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; De Rensis *et al.*, 2017). Uma vez que o desenvolvimento dos folículos ovários ocorre com baixa influencia da LH, há uma menor secreção de estradiol (E₂) (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; Thatcher *et al.*, 2010). Isto resulta numa menor intensidade e duração de cio – dificultando a sua deteção – ou mesmo em ovulações silenciosas (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; Thatcher *et al.*, 2010; Salgueiro & Almeida, 2015). A menor intensidade de demonstração do comportamento de cio é caracterizada pela diminuição do movimento, associado ao comportamento de cio, e pela diminuição do número de montas – que podem estar associados a uma maior letargia devido às elevadas temperaturas (Hansen, 2011). De acordo com

Hansen (2011), a eficácia de detecção de cio durante os meses quentes é, efetivamente, inferior ao que se verifica nos meses frescos. Verificando-se uma falha de detecção de 76 a 82 % dos cios nos meses quentes, contra 44 a 65 % nos meses frescos.

Durante os meses quentes, a concentração de inibina é menor (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; Thatcher *et al.*, 2010). Assim, a sua ação de *feedback* negativo sobre a hipófise anterior, está comprometida. Verifica-se então um aumento da secreção da hormona folículo estimulante (FSH), com alteração nos mecanismos de dominância folicular (De Rensis *et al.*, 2017). Observa-se que sob efeito do calor, o desenvolvimento do folículo dominante é menor e a sua dominância menos marcada (De Rensis *et al.*, 2017). Por este motivo, é mais frequente a ocorrência de ovulações duplas, durante os meses quentes e consequentes gestações gemelares (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; Salgueiro & Almeida, 2015; De Rensis *et al.*, 2017). Dada a alteração da secreção pulsátil de LH e a baixa dominância folicular, o aparecimento da segunda onda folicular ocorre mais cedo (Salgueiro & Almeida, 2015), aumentando assim o período de dominância e levando à ovulação de oócitos mais velhos e de pior qualidade (Salgueiro & Almeida, 2015; De Rensis *et al.*, 2017).

O aumento da temperatura ambiente provoca também o aumento da temperatura do útero (Salgueiro & Almeida, 2015). No caso de a vaca ter sido inseminada com sucesso, a temperatura elevada compromete a capacidade do embrião secretar o interferão-tau, o que iria inibir a secreção de prostaglandina $F_2\alpha$ pelo útero (Salgueiro & Almeida, 2015; De Rensis *et al.*, 2017). Assim, verifica-se que ocorre luteólise prematura e perda de gestação. De acordo com Hansen (2011), o aumento de apenas 0,5 °C na temperatura uterina no dia da inseminação, leva a quebras na taxa de concepção na ordem dos 12,8 %. Já Salgueiro & Almeida (2015), reportam que o stress térmico resulta numa quebra de 20 a 30 % na taxa de concepção.

Desta forma, é possível compreender que, a diminuição da ingestão de alimento e as alterações na secreção das hormonas que regulam o ciclo éstrico, provocadas pelo aumento da temperatura, irão comprometer a fertilidade das vacas leiteiras e afetar a sua eficiência reprodutiva (Figura 7). Principalmente devido a oócitos de baixa qualidade e de comportamento de cio de curta duração e baixa intensidade, levando assim ao aumento do número de inseminações por gestação e ao abaixamento da taxa de submissão.

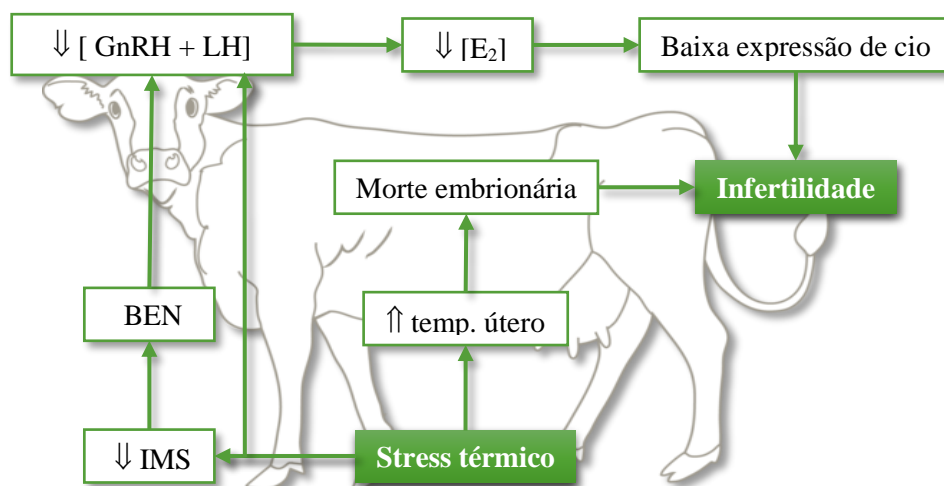


Figura 7 - Efeitos do stress térmico na eficiência reprodutiva das vacas leiteiras (**IMS** – ingestão de matéria seca; **BEN** – balanço energético negativo; GnRH – hormona libertadora de gonadotrofinas; **LH** – hormona luteinizante; **E₂** – estradiol). (Adaptado de De Rensis & Scaramuzzi, 2003)

1.3.1.5. Patologias

Os aspetos relacionados com o estado sanitário do efetivo reprodutor é crucial para o sucesso da inseminação artificial a tempo fixo (IATF) (Fricke *et al.*, 2015) e da eficiência reprodutiva das vacas leiteiras.

Os principais problemas a afetar o efetivo leiteiro são: 1) problemas metabólicos, 2) retenção placentária, 3) patologias uterinas, 4) mastites e 5) problemas podais.

Tendo em conta que todas estas patologias são mais prevalentes no periparto, justifica-se assim a especial atenção e condução dos animais neste período.

1.3.1.5.1. Retenção placentária

No periparto, o sistema imunitário das vacas encontra-se comprometido, havendo uma menor concentração de neutrófilos e linfócitos (Pontes *et al.*, 2015), entre outros fatores devido à diminuição da ingestão de matéria seca do pré-parto e ao balanço energético negativo (BEN) em que se encontram (LeBlanc, 2008). Como consequência da imunossupressão, poderá haver falhas na degradação dos placentomas, o que impede a expulsão completa dos invólucros fetais, após o parto (LeBlanc, 2008). Estamos perante uma situação de retenção placentária (RP) quando os invólucros fetais não são expulsos nas primeiras 12 a 24 horas após o parto (Han & Kim, 2005; LeBlanc, 2008). De acordo com LeBlanc (2008), a incidência deste problema é entre os 5 e 10 %.

Os principais fatores de risco para o desenvolvimento de uma RP são: 1) partos distócicos, 2) partos gemelares, 3) partos com nados mortos (Han & Kim, 2005; LeBlanc, 2008), 4) indução do parto e intervenção precoce no mesmo e 5) abortos (LeBlanc, 2008). Também a nutrição têm um papel

importante (Han & Kim, 2005; LeBlanc, 2008), verificando-se que as vacas que se encontrem em BEN têm 80 % mais de hipóteses de desenvolver uma RP (LeBlanc, 2008).

O principal impacto da RP é o desenvolvimento de metrites e /ou endometrites (LeBlanc, 2008). De acordo com Han & Kim (2005), o intervalo entre o parto e a primeira inseminação e o intervalo entre o parto e a concepção são maiores para as vacas que têm RP.

1.3.1.5.2. Metrite e Endometrite

No pós parto a grande maioria das vacas apresenta bactérias presentes no interior do útero (LeBlanc, 2008; Walsh *et al.*, 2011), por mais limpos que estejam os parques (LeBlanc, 2008)).

De acordo com Walsh *et al.* (2008), pelo menos 20 % do efetivo reprodutor não consegue superar as contaminações uterinas, pelo que desenvolve infecções uterinas: metrites e/ou endometrites. A metrite é a infecção uterina, caracterizada por inflamação da mucosa e músculo uterino (Risco & Retamal, 2011), que ocorre nas primeiras 3 semanas após o parto (Risco & Retamal, 2011; Walsh *et al.*, 2011). Por outro lado, a endometrite caracteriza-se pela secreção de pus (LeBlanc, 2008; Risco & Retamal, 2011), que ocorra 3 ou mais semanas após o parto (LeBlanc, 2008; Walsh *et al.*, 2011).

Os principais fatores de risco para o desenvolvimento de uma metrite e/ou endometrite são: 1) partos distócicos, 2) partos gêmeares, 3) partos traumáticos e 4) retenção placentária (Risco & Retamal, 2011). De acordo com LeBlanc (2008), também a diminuição de ingestão de matéria seca e o comprometimento do sistema imunitário, no periparto, contribuem para o desenvolvimento desta patologia.

Os impactos, tanto da metrite como da endometrite, passam pelo aumento do intervalo entre o parto e a concepção (Risco & Retamal, 2011), verificando-se um aumento de, em média, 15 dias ao número de dias em aberto (DA) (LeBlanc, 2008; Walsh *et al.*, 2011). Observa-se também que, a taxa de concepção, dos animais afetados com endometrite, é 20 % mais baixa que a dos animais não afetados, ainda que os primeiros tenham sido tratados com sucesso (Walsh *et al.*, 2011). E ainda que as vacas afetadas com metrite têm 1,7 vezes mais de probabilidade de irem para o refúgio por questões reprodutivas (LeBlanc, 2008).

A quebra da eficiência reprodutiva, relacionada com o desenvolvimento de metrites e/ou endometrites, deve-se ao atraso da involução uterina (LeBlanc, 2008) e à alteração do crescimento folicular (LeBlanc, 2008). Relativamente ao último aspeto referido, verifica-se que, as vacas com algum grau de metrite ou endometrite apresentam folículos dominantes (FD) mais pequenos, que, quando ovulam produzem corpos lúteos (CL) mais pequenos, o que faz com que a produção de progesterona (P₄) seja menor, e por isso a sua concentração menor (LeBlanc, 2008), o que compromete a viabilidade de uma futura gestação.

1.3.1.5.3. Mastite

A mastite é caracterizada pela inflamação dos tecidos da glândula mamária, com diminuição da produção de leite e alteração da sua composição – aumento da contagem de células somáticas (CCS).

A inflamação é causada por bactérias que entram pelo esfíncter do teto, quando este se encontra aberto, e se irão desenvolver largamente devido ao excelente meio de cultura que o leite representa.

Verifica-se a existência de uma correlação linear positiva entre a produção de leite (PL) e a incidência de mastites (Walsh *et al.*, 2011), isto é, quanto maior a capacidade de produção de leite da vaca maior será a sua predisposição para o desenvolvimento de mastites.

As mastites podem ser classificadas como clínicas ou subclínicas. As clínicas são caracterizadas por aumento de volume e vermelhidão do quarto afetado (Gunay & Gunay, 2008) e uma elevada CCS. Por outro lado, as subclínicas caracterizam-se pela ausência de sinais clínicos, sendo apenas identificadas pela diminuição da PL e pela CCS alta.

Entre os principais fatores que levam ao desenvolvimento de mastites encontram-se o manejo na ordenha e a contaminação ambiental. Antes da ordenha, deverá realizar-se uma limpeza prévia dos tetos antes da colocação das tetinas, para minimizar a possibilidade de entrada de microrganismos. Após a ordenha, os tetos deverão ser imergidos numa solução desinfetante e que estimule o fecho do esfíncter. É também importante ordenhar completamente os quartos, para não deixar restos de leite que possibilitam o desenvolvimento dos microrganismos.

Atualmente, esta é a doença que causa maiores perdas ao setor do leite de bovino (Gunay & Gunay, 2008). As mastites clínicas tem efeitos muito visíveis ao nível da eficiência reprodutiva do rebanho leiteiro, como sejam: 1) aumento do número de dias até à primeira inseminação artificial (IA), 2) aumento dos DA, 3) aumento do número de IA para concepção e 4) aumento do risco de aborto (Stevenson, 2001; Gunay & Gunay, 2008; Risco & Retamal, 2011; Walsh *et al.*, 2011), adicionando-se ainda a quebra da PL (Walsh *et al.*, 2011).

A quebra da eficiência reprodutiva, relacionada com o desenvolvimento de mastite, deve-se à ação das bactérias gram positivas (+) e gram negativas (–) (Risco & Retamal, 2011). No caso das gram negativas, estas irão libertar endotoxinas que estimulam a secreção de $\text{PGF}_{2\alpha}$, que irão provocar luteólise prematura (Gunay & Gunay, 2008; Risco & Retamal, 2011), que pode levar a mortalidade embrionária, no caso de haver uma gestação. De acordo com Stevenson (2001), há 2,7 vezes mais de probabilidade de aborto nas vacas que desenvolvam mastite clínica nos primeiros 45 dias de gestação. Por seu lado, as gram positivas irão estimular a libertação de fatores inflamatórios que alteram a secreção de FSH e LH, alterando o desenvolvimento folicular (Risco & Retamal, 2011).

1.3.1.5.4. Problemas podais

Todo o tipo de problemas que afete a locomoção das vacas representam, também, uma causa para a quebra de eficiência reprodutiva das explorações de bovinos leiteiros. Isto verifica-se porque, devido à dor que os animais sentem, têm tendência para caminhar menos, e por isso têm mais probabilidade de desenvolver BEN's mais severos (Walsh *et al.*, 2011). Também os processos inflamatórios decorrentes dos problemas podais poderão ter influencia na secreção de GnRH e/ou LH (Walsh *et al.*, 2011), o que atrasará o reinício da atividade ovárica após o parto (Risco & Retamal, 2011).

Esta patologia provoca: 1) aumento do intervalo entre o parto e a primeira inseminação (Risco & Retamal, 2011), 2) diminuição da taxa de concepção, 3) aumento do número de inseminações necessárias para a concepção (Walsh *et al.*, 2011) e 4) aumento do intervalo entre o parto e a concepção (Risco & Retamal, 2011).

1.3.2. Como melhorar a eficiência reprodutiva dos bovinos leiteiros

O manejo das vacas leiteiras no período do peri-parto é de extrema importância para o sucesso da reprodução destes animais (Risco, 2011).

Nos últimos anos, nomeadamente nos Estados Unidos da América, a tónica da seleção dos bovinos leiteiros foi o aumento da sua produção (Rodriguez-Martinez *et al.*, 2008). Como já foi possível compreender, este rumo trouxe consequências para a fertilidade. De uma forma geral, para a resolução do problema, teria de se inverter esta situação. Ou seja, fazer a seleção dando maior importância a características morfológicas e funcionais, em detrimento da produção (Lucy, 2001; Rodriguez-Martinez *et al.*, 2008).

Não querendo fazer esta involução da seleção de bovinos leiteiros, existem técnicas de manejo ao nível da exploração que podem ser adotadas para minimizar os efeitos negativos do aumento da produção leiteira na eficiência reprodutiva.

1.3.2.1. Controlar a consanguinidade

No que diz respeito às quebras da eficiência reprodutiva por aumento da percentagem de consanguinidade, estas podem ser amenizadas através de um maior cuidado na altura de delineamento do plano reprodutivo da exploração. Isto é, na altura em que se escolhe o sêmen para inseminar determinada vaca, verificar que o touro respetivo têm um baixo grau de parentesco com a vaca a ser inseminada (González-Recio *et al.*, 2007).

Para um efeito mais marcado, na diminuição da consanguinidade, deverá optar-se pelo cruzamento com raças diferentes, como sejam a Montbeliard, Parda Suíça ou Jersey (González-Recio *et al.*, 2007). Nestes cruzamentos, beneficia-se da heterose, havendo uma melhoria da fertilidade e maior resistência a doenças (González-Recio *et al.*, 2007). No entanto, há que ter em conta que a produção

leiteira sai um pouco prejudicada, uma vez que as raças utilizadas nos cruzamentos não foram sujeitas ao mesmo processo de seleção intensiva que a Holstein para a produção de leite.

1.3.2.2. Controlar o balanço energético negativo e a condição corporal

Por forma a atenuar o BEN das vacas leiteiras no pós parto, é aconselhável a inclusão de gordura nos regimes alimentares (sem comprometer a quantidade de fibra) (Nebel & McGilliard, 1993). Desta forma, há uma maior disponibilidade energética e maior eficiência de utilização das fontes de energia. De acordo com Nebel & McGilliard (1993), o intervalo entre o parto e a primeira inseminação é igual para animais que recebem esta suplementação e animais que não recebem. No entanto, a grande diferença encontra-se na taxa de concepção. Os animais que são alimentados com regime suplementado com gordura apresentam taxas de concepção superiores (59,1 % à primeira inseminação e 59,3 % nas inseminações subsequentes) do que os animais que não recebem esta suplementação (42,6 % à primeira inseminação e 40,7 % nas inseminações subsequentes).

Durante o período de transição, é, também, importante estimular a ingestão voluntária de alimento, uma vez que esta será determinante para o grau de BEN que se atinge no início da lactação. Para este efeito devem usar-se alimentos palatáveis e distribuir alimento com maior frequência (Roche *et al.*, 2000).

Está também demonstrado que o aumento de CC de 2,5 para 3,0, no início da lactação beneficia muito a taxa de concepção, verificando-se um aumento na mesma de 25 para 50 % (Zebeli *et al.*, 2015).

1.3.2.3. Controlar o regime e manejo alimentar

Tendo em conta o problema das acidoses já referido, é possível compreender a necessidade de uma alteração gradual da composição da dieta dos animais, para assegurar um período de transição livre de distúrbios alimentares, que irão comprometer mais o balanço energético dos animais. Assim, no pré-parto, deve introduzir-se de forma gradual o alimento concentrado, permitindo a gradual adaptação da flora microbiana àquela que será a dieta do pós parto (Zebeli *et al.*, 2015).

Para além da introdução de um alimento de pré-parto, a quantidade de fibra efetiva no regime alimentar das vacas leiteiras e a frequência de distribuição do alimento também devem ser tidos em conta para evitar os distúrbios. A quantidade de fibra será determinada em função da capacidade de ingestão voluntária e da quantidade de amido do regime (Tabela 3) (Zebeli *et al.*, 2015). No entanto, tem de se ter em atenção que a inclusão de grandes quantidades de fibra no regime alimentar podem comprometer a capacidade de ingestão voluntária dos animais, agravando-se desta forma o BEN (Zebeli *et al.*, 2015). A distribuição do alimento por sua vez deverá ser feita em pequenas quantidades e com maior frequência ao longo do dia (Zebeli *et al.*, 2015).

Tabela 3 - Necessidade de fibra efetiva (>8 mm), em % MS, recomendada para a dieta de vacas leiteiras, em função da quantidade de amido presente na dieta e da sua capacidade de ingestão voluntária (Zebeli *et al.*, 2015)

Amido total (%MS)	IMS (kg/dia)			
	18	20	22	24
14	12	13	15	16
18	14	15	17	18
22	16	17	19 ^a	21 ^a
26	18	20 ^a	22 ^a	22 ^a

^a – a quantidade de ingestão voluntária fica comprometida para valores de fibra superiores a 18 % MS, podendo não se atingir a IMS expectável

MS – matéria seca; IMS – ingestão de matéria seca

Para contornar o problema da quebra de fertilidade associada ao fornecimento de proteína degradável no rúmen (PDR), deve fornecer-se às vacas leiteiras, alimentos com elevado teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR), como seja o bagaço de soja (Zebeli *et al.*, 2015). De facto, verifica-se que o aumento do fornecimento de níveis sub-ótimos de PNDR (90 % das necessidades) para o fornecimento de níveis excedentes de PNDR (110 % das necessidades) leva a um aumento da taxa de concepção de 25 para 75 % (Zebeli *et al.*, 2015). Assim, é possível concluir que, mais importante que a quantidade de PB disponibilizada no regime alimentar é a qualidade da mesma. Devendo optar-se por fontes de PNDR (ao invés de PDR), para favorecer a eficiência reprodutiva.

1.3.2.4. Controlar o stress térmico

Uma vez que os efeitos do stress térmico são tão marcados na fertilidade das vacas leiteiras, o seu controlo é de extrema importância nas explorações.

A principal forma de controlo passa pela utilização de instalações e equipamentos que permitam minimizar este tipo de stress nos animais. Pode optar-se pela utilização de ventiladores, aspersores e nebulizadores (De Rensis & Scaramuzzi, 2003; Hansen, 2011; Salgueiro & Almeida, 2015).

No entanto, há que ter em atenção que em climas/regiões de elevada humidade, a eficácia dos aspersores e nebulizadores fica comprometida, uma vez que a humidade relativa do ar elevada não permite o arrefecimento evaporativo. Por outro lado, em climas secos e quentes, a utilização de ventiladores não será a mais adequada, pois embora ajude na circulação do ar este continua a ser bastante quente.

Assim sendo, o ideal é que o produtor deve escolher o sistema de arrefecimento que melhor se adequa à sua exploração, dentro dos sistemas disponíveis no mercado.

1.3.2.5. Controlar as patologias

A principal e mais eficaz forma de controlar o aparecimento das doenças do periparto passa pela excelente manutenção e condução dos animais no período de transição. Esta inclui o estímulo da ingestão de alimento e a manutenção dos parques limpos, para minimizar ao máximo a prevalência dos agentes patogénicos.

1.4. Sincronização da ovulação

O aumento do tamanho médio das explorações (Rodriguez-Martinez *et al.*, 2008) e a crescente utilização de vacas de elevada produção – com comportamento de cio menos evidente (Sterry *et al.*, 2006; Wiltbank *et al.*, 2011; Carvalho *et al.*, 2014) – a que assistimos, obriga a que ocorra um ajuste das técnicas de manejo reprodutivo (Lucy, 2001; Sterry *et al.*, 2006).

A tradicional deteção de cio, através da observação visual, seguida de inseminação artificial tornou-se ineficaz (Lucy, 2001), ficando comprometida a conceção (Stevenson, 2001; Wiltbank *et al.*, 2011), verificando-se taxas de conceção por inseminação na ordem dos 30 % (Pursley & Martins, 2012; Carvalho *et al.*, 2014).

O conhecimento e compreensão da fisiologia reprodutiva destes animais foi a chave para que se pudessem desenvolver técnicas de sincronização de ovulação (Ball & Peters, 2004a; Senger, 2005c; Giordano *et al.*, 2011) que levam a uma maior eficiência reprodutiva do que a clássica inseminação artificial (IA) após a deteção de cio (Pursley *et al.*, 1997; Wiltbank *et al.*, 2011; Azevedo *et al.*, 2014).

A utilização de programas de sincronização de ovulação, elimina a necessidade de deteção de cio, e permite a inseminação artificial a tempo fixo (IATF) (Lucy, 2001; Ball & Peters, 2004a; Senger, 2005d; Wiltbank *et al.*, 2011; Azevedo *et al.*, 2014).

Para além da eliminação da necessidade de deteção do cio, esta estratégia de manejo reprodutivo apresenta ainda como vantagens: 1) diminuição do intervalo entre o parto e a primeira inseminação; 2) diminuição do intervalo entre o parto e a conceção; e, conseqüentemente, 3) diminuição do intervalo entre partos (Ball & Peters, 2004a; Larson, 2014). Assim sendo, há um grande benefício resultante da sua aplicação.

Tendo em conta os benefícios que advém da sua aplicação, a IATF tem sido uma das técnicas mais utilizadas nas explorações leiteiras modernas, para melhorar a eficiência reprodutiva (Bilby & Chebel, 2011; Pursley & Martins, 2012; Wiltbank & Pursley, 2014; Carvalho *et al.*, 2015).

1.4.1. Programas de sincronização de ovulação

De acordo com Pursley *et al.* (1997) e Stevenson *et al.*, (1999), a utilização de PGF_{2α} é eficaz em programas de sincronização de ovulação que envolvam a deteção de cio visual, sendo, nestas condições, maximizada a taxa de conceção. No entanto, tendo em conta a limitação da deteção de cio hoje em dia, pelas razões em cima referidas, apenas a administração de PGF_{2α} não resolve o problema da quebra da

eficiência reprodutiva. Para isso é necessária a adoção de outros programas de sincronização, como os descritos de seguida.

1.4.1.1. Ovsynch

Os programas de sincronização de ovulação que permitem a IATF pressupõem a utilização combinada de $\text{PGF}_{2\alpha}$ e GnRH – surgindo o conhecido programa de sincronização de ovulação denominado de *Ovsynch*, criado por Pursley *et al.* (1997).

O *Ovsynch* baseia-se nos princípios de: 1) sincronização do desenvolvimento folicular; 2) controlo da luteólise e 3) controlo do momento da ovulação, permitindo assim a IATF (Azevedo *et al.*, 2014; Carvalho *et al.*, 2015). Existem dois protocolos que podem ser aplicados: *Ovsynch48* ou *Ovsynch56* (Figura 8) (Larson, 2014). A opção entre um ou outro é meramente uma questão de maneio mais adequado à exploração em causa, uma vez que a única diferença entre os dois é o tempo entre a administração da $\text{PGF}_{2\alpha}$ e a segunda GnRH e, consequentemente, o momento da IATF.

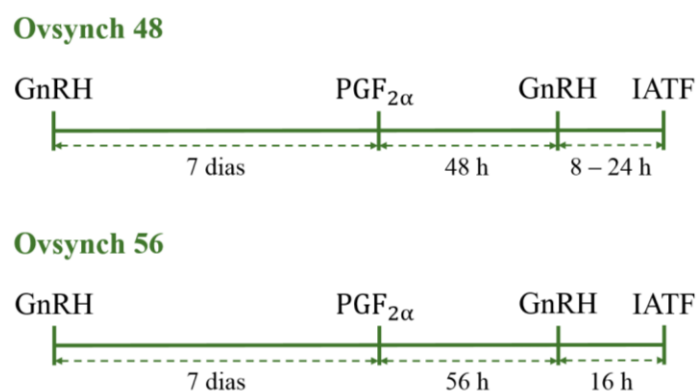


Figura 8 - Esquemas de *Ovsynch* (GnRH – Hormona libertadora de gonadotrofinas; $\text{PGF}_{2\alpha}$ - Prostaglandina $\text{F}_{2\alpha}$; IATF – Inseminação artificial a tempo fixo). (Larson, 2014)

Este programa pressupõe a administração de duas doses de GnRH e uma dose de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Wiltbank & Pursley, 2014; Carvalho *et al.*, 2015).

A primeira injeção de GnRH (GnRH-1) tem como objetivo induzir a ovulação de um folículo dominante (FD) – presente em 66 a 88 % dos casos (Stevenson *et al.*, 1999) – e a formação do corpo lúteo (CL) respetivo (Ball & Peters, 2004a; Senger, 2005d; Wiltbank *et al.*, 2011; Azevedo *et al.*, 2014; Wiltbank & Pursley, 2014), bem como a indução da primeira onda folicular do ciclo éstrico (Pursley *et al.*, 1997; Azevedo *et al.*, 2014; Wiltbank & Pursley, 2014).

A utilização de $\text{PGF}_{2\alpha}$ irá induzir a luteólise (Ball & Peters, 2004a; Senger, 2005c; Wiltbank *et al.*, 2011; Azevedo *et al.*, 2014) e consequente diminuição na concentração sérica de progesterona (P_4) (Ball & Peters, 2004a; Senger, 2005c), entrando-se na fase folicular do ciclo éstrico (Senger, 2005d; Azevedo *et al.*, 2014). A ação da $\text{PGF}_{2\alpha}$ sobre o corpo lúteo só é efetiva entre os dias 7 e 18 do ciclo

éstrico (Senger, 2005d). Antes (dia 1 a 6) o corpo lúteo (CL) ainda se encontra em formação e não é sensível à ação luteolítica da $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Senger, 2005d). Por este motivo, se procede à administração de GnRH 7 dias antes da $\text{PGF}_{2\alpha}$.

Por fim, a segunda injeção de GnRH (GnRH-2) irá sincronizar a ovulação – em cerca de 80 a 85 % dos animais (Chebel *et al.*, 2003) –, através da indução do pico pré-ovulatório de LH e permite a IATF (Pursley *et al.*, 1997; Ball & Peters, 2004a; Wiltbank *et al.*, 2011; Azevedo *et al.*, 2014; Wiltbank & Pursley, 2014).

A IATF deve ocorrer entre as 8 e as 24 horas, após a GnRH-2, sendo que a taxa de concepção será máxima por volta das 16 horas (Stevenson *et al.*, 1999).

A ação combinada destas duas hormonas diminui a variabilidade do tempo entre a injeção de $\text{PGF}_{2\alpha}$ e a ovulação (Pursley *et al.*, 1997; Stevenson *et al.*, 1999; Ball & Peters, 2004a). Isto porque, no caso de apenas se utilizar $\text{PGF}_{2\alpha}$, o tempo até à ovulação é determinado pelo estado de desenvolvimento do FD no momento da administração (Pursley *et al.*, 1997). Ou seja, a ovulação ocorre mais rapidamente caso o FD já esteja totalmente desenvolvido ou mais tardiamente se o FD ainda se encontra nas fases de recrutamento e seleção, no momento da administração. Enquanto que com as duas hormonas, no momento da administração de GnRH-2 os animais encontram-se na mesma fase do ciclo.

Este método de sincronização de ovulação é o ideal para a inseminação de grandes efetivos (Larson, 2014). Após a aplicação deste protocolo, todas as vacas tratadas serão inseminadas, melhorando-se assim a taxa de submissão (Azevedo *et al.*, 2014).

Verifica-se que as vacas submetidas a este protocolo tem um intervalo parto – primeira inseminação artificial mais curto do que as vacas que são inseminadas após a deteção visual de cio (Pursley *et al.*, 1997; Wiltbank & Pursley, 2014). No entanto, a taxa de gestação, para as vacas tratadas, é semelhante à das vacas que são inseminadas após deteção de cio (Azevedo *et al.*, 2014), apresentando taxas de fertilidade de 38 % e 39 %, respetivamente (Wiltbank & Pursley, 2014). Pode assim concluir-se que o *Ovsynch* resulta numa melhoria da eficiência reprodutiva do efetivo (diminuição dos dias em aberto e consequentemente do intervalo entre partos) mas não da sua fertilidade (Wiltbank & Pursley, 2014).

A eficácia do *Ovsynch* está dependente da fase do ciclo éstrico em que as vacas recebem a GnRH-1 (Wiltbank & Pursley, 2014). Verificando-se que, quando 1) a administração é feita entre os dias 1 e 4 são poucos os animais que ovulam (ainda não está presente um FD) e quando 2) a administração é feita entre os dias 5 e 9 praticamente todo o efetivo tratado ovula (já está presente um FD) (Dewey *et al.*, 2010; Bilby & Chebel, 2011; Wiltbank & Pursley, 2014).

Tendo em conta que é difícil determinar a fase do ciclo em que os animais se encontram, e por isso, a fase ideal para iniciar o *Ovsynch*, surgiu a necessidade utilização de programas de pré-sincronização.

1.4.1.2. Presynch

Para atenuar esta variabilidade do protocolo *Ovsynch*, e garantir que os animais respondem à GnRH-1 do mesmo tratamento, postulou-se a pré-sincronização – surgindo o *Presynch*.

Na aplicação isolada do *Ovsynch*, entre 10 e 30 % das vacas falham a sincronização da ovulação, por o programa ser iniciado numa fase aleatória do seu ciclo estrico (Dewey *et al.*, 2010). Com a aplicação de um programa de pré-sincronização, esta percentagem diminui-se, havendo assim uma melhoria da eficácia do *Ovsynch*, com a aplicação do *Presynch*.

Para além de o *Presynch* melhorar a eficácia do *Ovsynch*, o primeiro apresenta ainda uma grande mais valia, do ponto de vista da eficiência reprodutiva, relativamente à aplicação isolada do *Ovsynch*, melhorando a fertilidade das vacas (Figura 9) (Fricke *et al.*, 2003; Thompson *et al.*, 2010; Carvalho *et al.*, 2014). Isto verifica-se porque, no caso do *Presynch*, a concentração de progesterona (P_4) na altura da administração de PGF_{2α} do *Ovsynch* será mais elevada (Carvalho *et al.*, 2014; Carvalho *et al.*, 2015).

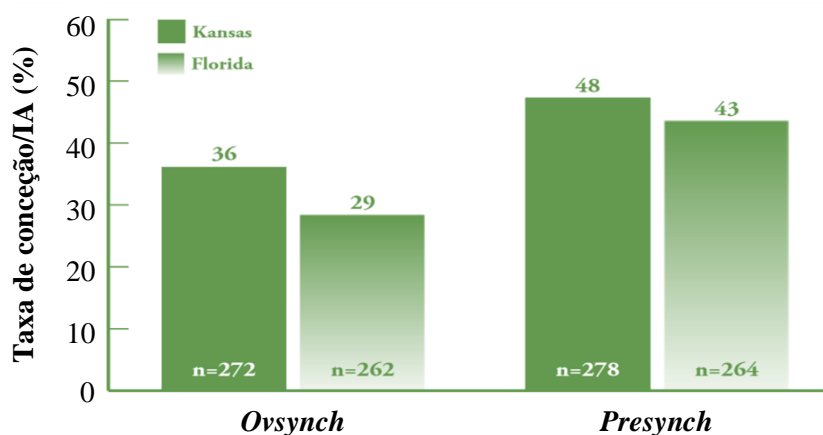


Figura 9 - Taxa de concepção por inseminação artificial (IA) com utilização de *Ovsynch* e *Presynch* (DCRC, s.d.)

Quando se aplica um programa de pré-sincronização às vacas, estas irão iniciar o *Ovsynch* (GnRH-1) com um meio hormonal ideal (concentrações de P_4 médias, isto é, $0,5 < [P_4] < 7,0$ ng/mL (Fricke *et al.*, 2015)), verificando-se uma melhoria da taxa de gestação por inseminação artificial (Carvalho *et al.*, 2015; Fricke *et al.*, 2015). Isto verifica-se porque, no momento da administração da PGF_{2α}, há uma maior concentração de P_4 em circulação (Fricke *et al.*, 2015), o que é indicativo de um CL funcional, que será mais responsivo à ação luteolítica da referida hormona. Desta forma, a concentração de P_4 , no momento da administração da GnRH-2, será baixa, o que aumenta a fertilidade (Fricke *et al.*, 2015). Este aumento de fertilidade, pode ficar a dever-se, entre outros fatores, à maior motilidade do trato reprodutivo (que é inibida com elevadas concentrações de P_4) (Fricke *et al.*, 2015).

Existem várias possibilidades de fazer a pré-sincronização dos animais, entre elas o *Presynch-Ovsynch*, o *G6G* e o *Double-Ovsynch* (Carvalho *et al.*, 2015).

O *Presynch-Ovsynch* consiste na aplicação de duas injeções de $\text{PGF}_{2\alpha}$ com 14 dias de intervalo seguidas da aplicação de um protocolo *Ovsynch* 12 dias depois (Figura 10) (Bilby & Chebel, 2011).

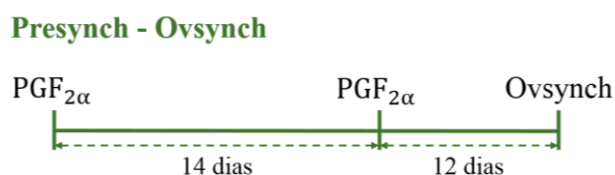


Figura 10 - Esquema de *Presynch-Ovsynch* (**GnRH** – Hormona libertadora de gonadotrofinas; **PGF_{2α}** - Prostaglandina F_{2α}). (Bilby & Chebel, 2011)

Com a aplicação deste programa de pré-sincronização, 2 a 7 dias após a segunda injeção de $\text{PGF}_{2\alpha}$, cerca de 85 % das vacas apresenta comportamento de cio (Bilby & Chebel, 2011). Ao iniciar o *Ovsynch* doze dias depois, a maioria dos animais estará entre o 5º e 10º dia do ciclo éstrico, o que melhora a sua resposta ao *Ovsynch* (Bilby & Chebel, 2011).

O *G6G* consiste na aplicação de uma injeção de $\text{PGF}_{2\alpha}$ e 2 dias depois uma injeção de GnRH, seguidas de um programa *Ovsynch* 6 dias depois (Figura 11).

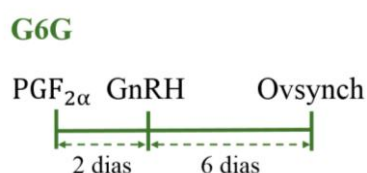


Figura 11 - Esquema de *G6G* (**GnRH** – Hormona libertadora de gonadotrofinas; **PGF_{2α}** - Prostaglandina F_{2α})

Com a aplicação do programa *G6G*, verifica-se que cerca de 85 % dos animais ovula após a GnRH-1 do *Ovsynch* (Bilby & Chebel 2011; Azevedo *et al.*, 2014).

O *Double-Ovsynch*, consiste na aplicação de um protocolo *Ovsynch56* não realizando a IATF mas sim um novo programa *Ovsynch* sete dias depois (Figura 12) (Bilby & Chebel, 2011; Wiltbank & Pursley, 2014).



Figura 12 - Esquema de *Double-Ovsynch* (**GnRH** – Hormona libertadora de gonadotrofinas; **PGF_{2α}** - Prostaglandina F_{2α}). (Wiltbank & Pursley, 2014)

A eficácia dos dois últimos programas de pré-sincronização referidos, foi comparada e chegou-se à conclusão de que o *G6G* é mais indicado para vacas multíparas e o *Double-Ovsynch* para novilhas (Azevedo *et al.*, 2014). Isto porque, a taxa de gestação com o *Double-Ovsynch* é maior para novilhas do que vacas (44,3 % vs. 34,8 %) e a taxa de gestação no *G6G* é igual entre vacas e novilhas (Azevedo *et al.*, 2014). Como este último tratamento apresenta um menor tempo até à IATF é assim mais vantajoso para vacas.

As vantagens de utilização dos programas de pré-sincronização passam pelo facto de: 1) as vacas em anestro ficam cíclicas e 2) as vacas cíclicas ficam sincronizadas (Wiltbank & Pursley, 2014).

Os programas *Presynch* são usados para preparar as vacas para a primeira inseminação artificial após o parto (Larson, 2014). Com a sua utilização, reduz-se o intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial e os resultados do *Ovsynch* são melhores (Carvalho *et al.*, 2014; Larson, 2014; Carvalho *et al.*, 2015).

1.4.1.3. Resynch

O *Resynch* é aplicado às vacas que não ficam gestantes após uma primeira inseminação artificial (Larson, 2014), com o objetivo de voltar a inseminá-las o mais rápido possível, melhorando a sua eficiência reprodutiva (Chebel *et al.*, 2003; Fricke *et al.*, 2003; Sterry *et al.*, 2006; Dewey *et al.*, 2010; Thompson *et al.*, 2010; Azevedo *et al.*, 2014).

Tendo em conta que a melhor resposta à GnRH ocorre entre os dias 5 e 9 do ciclo éstrico (Dewey *et al.*, 2010; Bilby & Chebel, 2011; Mendonça *et al.*, 2012; Wiltbank & Pursley, 2014), o *Resynch* deverá ser iniciado 28 a 32 dias após a última inseminação artificial (Mendonça *et al.*, 2012). Desta forma, as vacas que não ficaram gestantes numa primeira inseminação, irão encontrar-se na altura ideal de resposta à GnRH.

Existem duas metodologias que podem ser aplicadas (Figura 13), de acordo com os objetivos produtivos: *Resynch 1* ou *Resynch 2*.

O *Resynch 1* apenas considera as vacas que obtiveram um diagnóstico de gestação negativo (DG^{\ominus}). Estas serão no momento do DG^{\ominus} injetadas com GnRH. Ao sétimo dia após o DG^{\ominus} , as vacas levam uma injeção de $PGF_{2\alpha}$. Passadas 56 horas desta injeção, levam a segunda de GnRH. Ao fim de cerca de 16 horas, pode proceder-se à IATF (Larson, 2014).

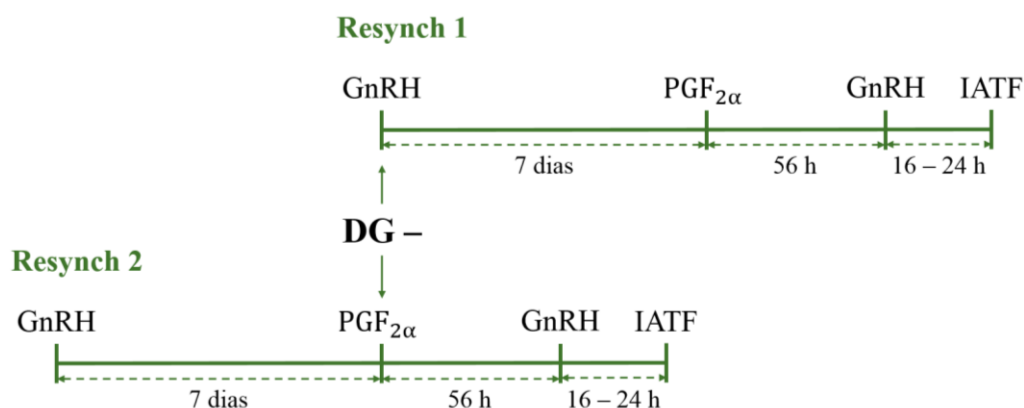


Figura 13 - Esquemas de *Resynch* (**GnRH** – Hormona libertadora de gonadotrofinas; **PGF_{2α}** - Prostaglandina F_{2α}; **IATF** – Inseminação artificial a tempo fixo; **DG –** – Diagnóstico de gestação negativo).

Quando há maior urgência em reduzir o intervalo entre duas inseminações, o *Resynch 2* será mais adequado (Sterry *et al.*, 2006). Neste, todas as vacas que foram inseminadas serão injetadas com GnRH 7 dias antes do DG. No dia do DG, as vacas que têm resultado positivo não recebem mais tratamento. Por outro lado, as vacas com resultado negativo levam nesse momento a injeção de PGF_{2α} e prosseguem o programa de sincronização (Larson, 2014). O resto do tratamento será igual ao *Resynch 1*.

Para melhorar a fertilidade das vacas, em resposta ao *Resynch*, pode recorrer-se à aplicação de 2 doses de PGF_{2α}, espaçadas de 24 horas (Barletta *et al.*, 2015; Carvalho *et al.*, 2015; Fricke *et al.*, 2015) (Figura 14).

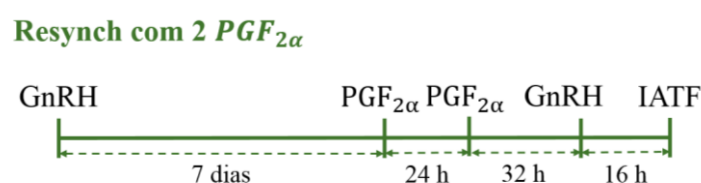


Figura 14 - Esquema de *Resynch* com 2 PGF_{2α} (**GnRH** – Hormona libertadora de gonadotrofinas; **PGF_{2α}** - Prostaglandina F_{2α}; **IATF** – Inseminação artificial a tempo fixo) (Carvalho *et al.*, 2015; Barletta *et al.*, 2018).

Quando é aplicada apenas 1 dose de PGF_{2α}, apenas 66 % das vacas apresenta regressão lútea completa (Carvalho *et al.*, 2018). Ao duplicar a dose de PGF_{2α}, aumenta-se a taxa de regressão lútea nas vacas em lactação (Carvalho *et al.*, 2015).

Esta aplicação, é tanto mais benéfica quanto menor for a concentração de P₄ no momento da GnRH-1 (Carvalho *et al.*, 2015). Isto é, em caso de baixa concentração de P₄ no momento da GnRH-1, irá haver ovulação e formação de um novo corpo lúteo. Esta estrutura, aquando da administração da PGF_{2α}, ainda é recente (6 dias) e pode não estar completamente maturada, e, por isso é pouco sensível à ação luteolítica da hormona (Fricke *et al.*, 2015; Carvalho *et al.*, 2018). Assim, não irá regredir

completamente, havendo uma concentração de P_4 mais elevada no momento da GnRH-2, o que poderá comprometer a ovulação e a taxa de sucesso da IA (Fricke *et al.*, 2015). Compreende-se assim, que os melhores resultados decorrentes desta dupla aplicação de $PGF_{2\alpha}$, sejam nas vacas com menor concentração de P_4 (Carvalho *et al.*, 2018).

Tendo em conta o descrito, com a aplicação de duas doses de $PGF_{2\alpha}$, irá verificar-se um aumento do número de vacas que apresenta regressão lútea completa e, conseqüentemente, uma melhoria da taxa de gestação por inseminação artificial (TG/IA) (Barletta *et al.*, 2018).

1.5. Perspetiva económica da eficiência reprodutiva

As entradas de dinheiro para a exploração devem-se: 1) à venda do leite (Wolf, 2003; Giordano *et al.*, 2011) e 2) à venda de animais (vitelos e refugo) (Wolf, 2003), que representam cerca de 88 % e 12 % das receitas, respetivamente (Ribeiro *et al.*, 2012).

Por outro lado, a principal despesa de uma exploração leiteira é com a alimentação dos seus animais (Wolf, 2003), que representa cerca de 50 % das despesas (Ribeiro *et al.*, 2012). A criação de novilhas de substituição na exploração representa cerca de 23 % das despesas destas explorações (Ribeiro *et al.*, 2012). Outro grande investimento necessário neste tipo de explorações é em instalações e equipamentos específicos para a produção, tais como estábulos para os animais – que promovem uma elevada produção uma vez que os animais ficam menos sujeitos ao stress ambiental – e salas de ordenha – para maximizar a produtividade dos trabalhadores (Wolf, 2003).

Embora a eficiência reprodutiva do efetivo de bovinos leiteiros seja determinante para a viabilidade das explorações (Arbel *et al.*, 2001; De Vries, 2006b), esta é, de uma forma geral, inferior ao desejável (Ball & Peters, 2004b). Tal como já foi referido, a quebra da eficiência reprodutiva é uma realidade nas explorações de bovinos leiteiros e é evidenciada pelo aumento do número de dias em aberto (DA) e, em última instância, pelo intervalo entre partos (IEP).

Como consequência da quebra da eficiência reprodutiva, a viabilidade económica das explorações de bovinos leiteiros fica comprometida (Stott *et al.*, 1999; De Vries, 2006a; Giordano *et al.*, 2011).

Pode então depreender-se que, o manejo reprodutivo destes animais ganha especial importância para a sustentabilidade e viabilidade do setor – uma vez que para que haja produção de leite é necessário que as fêmeas fiquem gestantes e produzam vitelos (Ball & Peters, 2004b; De Vries, 2011; Ribeiro *et al.*, 2012).

1.5.1. Consequências econômicas da quebra da eficiência reprodutiva

Em situação de ineficiência reprodutiva, tanto a venda de leite como de animais é menor (Meadows *et al.*, 2005). Desta forma, as fontes de entrada de dinheiro para a exploração encontram-se comprometidas.

Com o declínio da eficiência reprodutiva dos bovinos leiteiros, verifica-se que existem perdas econômicas associadas com: 1) menor produção de leite por dia (Holmann *et al.*, 1984; Meadows *et al.*, 2005; De Vries, 2006a; Risco, 2011); 2) menor disponibilidade de novilhas de substituição (Holmann *et al.*, 1984; Meadows *et al.*, 2005); 3) maior taxa de refugo involuntário por questões reprodutivas (González-Recio *et al.*, 2007); 4) maior utilização de sêmen (Stott *et al.*, 1999; Meadows *et al.*, 2005) e 5) mais gastos com despesas veterinárias (Meadows *et al.*, 2005; González-Recio *et al.*, 2007), nomeadamente em medicamentos.

Numa situação de ineficiência reprodutiva, a produção leiteira é menor (Holmann *et al.*, 1984; Meadows *et al.*, 2005; De Vries, 2006a; Risco, 2011) porque há uma maior percentagem de animais que se encontram na fase descendente da curva de lactação, em detrimento de animais que se encontrem na fase ascendente e de pico da curva de lactação (Ribeiro *et al.*, 2012). Tendo em conta que a venda de leite representa a principal entrada de dinheiro na exploração, é possível entender os efeitos negativos da quebra da eficiência reprodutiva na viabilidade económica.

Como consequência do maior IEP, irá haver uma menor produção de vitelos por ano (Meadows *et al.*, 2005). Desta forma, a produção de novilhas de substituição fica também comprometida (Holmann *et al.*, 1984; Meadows *et al.*, 2005; Ribeiro *et al.*, 2012). Verifica-se, simultaneamente, a necessidade de aumentar a taxa de refugo por questões de falha reprodutiva (De Vries, 2006a; González-Recio *et al.*, 2007). Nestas circunstâncias, por forma a manter uma taxa de substituição voluntária adequada às necessidades de refugo por idade e ao progresso genético dos animais da exploração (taxa de substituição entre 25 e 30 % ao ano (Van Arendonk, 1988)), é necessário comprar animais ao exterior, o que para além dos elevados custos poderá por em risco a biossegurança da exploração (Ribeiro *et al.*, 2012). Por falta de animais para substituição, há também tendência para manter na exploração fêmeas menos produtivas, o que irá contribuir para a menor produção de leite já referida acima (Ribeiro *et al.*, 2012). Tendo em conta a menor produção de vitelos, irá também haver uma menor venda de animais para o mercado da carne (Stott *et al.*, 1999), o que diminui a entrada de dinheiro na exploração.

A diminuição da taxa de concepção à primeira inseminação e o aumento do número de inseminações para a concepção, característicos da quebra da eficiência reprodutiva, levam à necessidade de uma maior utilização de doses de sêmen, o que irá aumentar os custos da gestação (De Vries, 2006a; Ribeiro *et al.*, 2012).

Por fim, para ultrapassar o problema da ineficiência reprodutiva, têm-se recorrido a tratamentos hormonais, o que, para além dos custos das hormonas, representa um aumento dos custos com as

despesas veterinárias, com mais visitas do veterinário à exploração e realização de mais diagnósticos de gestação.

Tendo em conta todos os custos referidos acima, é possível compreender a extrema importância de atingir uma boa eficiência reprodutiva com o intuito de assegurar a viabilidade da exploração.

1.5.1.1. Custo de um dia em aberto

De acordo com o referido no ponto anterior – menor entrada de dinheiro na exploração e despesas adicionais decorrentes da menor eficiência reprodutiva – entende-se de forma clara que existem custos que podem ser associados a um dia em aberto (DA).

O custo médio de um DA é difícil de calcular e difere de autor para autor, tendo em conta os fatores considerados. Segundo Plaizier *et al.* (1997) o custo médio do aumento de um DA é de 4,7 CAD (ausência de € em 1997). Segundo Arbel *et al.* (2001), o custo de um DA pode variar entre os 2 e 3 USD (1,83 e 2,74 €, respetivamente). Segundo De Vries (2011), um DA tem um custo médio de 2,50 USD (1,75 €).

A consistência no que toca ao custo de um DA é que este pode variar de negativo a positivo e é crescente ao longo da lactação (Figura 16) (Meadows *et al.*, 2005; De Vries, 2011; Ribeiro *et al.*, 2012).

É também importante referir que, um DA terá custos mais elevados para as fêmeas com menor produção de leite e também para as múltiparas, uma vez que estas apresentam menor persistência de lactação (Ribeiro *et al.*, 2012).

Os custos de um DA serão negativos até por volta dos 2 meses de lactação (Figura 15) (De Vries, 2011), neste momento não há uma perda económica resultante de a vaca não estar gestante, havendo benefício em não a inseminar (Meadows *et al.*, 2005). Uma justificação para este resultado pode ser a elevada produção leiteira (que atinge o pico aos 2 meses de lactação), ou seja, o preço pago pelo leite cobre os custos de alimentação e manutenção da vaca.

Entre o dia 61 e 91 (Figura 15), há um *turnover* dos custos, passando estes a ser positivos e crescentes (Meadows *et al.*, 2005; De Vries, 2011), podendo variar desde os poucos centavos até mais de 6 USD (4,20 €) para IPC muito longos (De Vries, 2011; Ribeiro *et al.*, 2012). Este aumento dos custos por DA resulta: 1) da menor produção leiteira ao longo da lactação, 2) da menor produção de vitelos por ano, 3) dos custos de sêmen e inseminações adicionais e 4) eventuais tratamentos veterinários para reverter a situação de infertilidade, fatores estes que se irão agravar ao longo do período de pós parto.

Já foi discutido no capítulo 1.2.3., que, do ponto de vista fisiológico, o intervalo parto – concepção (IPC) ideal é entre 80 a 90 dias. Embora este intervalo seja meramente teórico, pode aqui (Figura 15) constatar-se que, economicamente, este será também o ponto ideal para uma nova concepção, tendo em conta que os custos de um DA adicional são praticamente nulos.

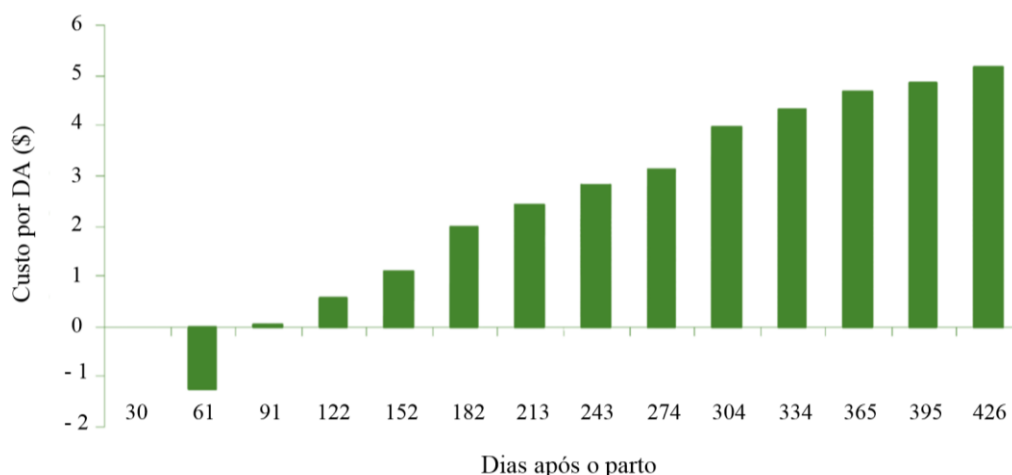


Figura 15 - Custo por dia em aberto (DA), em dólar americano (\$), em função dos dias após o parto (De Vries, 2011)

Tendo em conta a Figura 15, é possível compreender que o impacto económico da ineficiência reprodutiva dos bovinos leiteiros é tanto mais marcado quanto pior for a performance reprodutiva da exploração (maior número DA) (Meadows *et al.*, 2005; Bartolome & Archbald, 2011). Quer isto dizer que, a diminuição do número DA em explorações com uma baixa eficiência reprodutiva, resulta em maiores ganhos económicos do que o mesmo acontecimento em explorações de eficiência reprodutiva razoável, havendo assim um maior incentivo para as primeiras melhorarem (Meadows *et al.*, 2005).

1.5.2. Avaliação económica da utilização de programas de sincronização da ovulação

A utilização de programas de sincronização de ovulação resulta num benefício económico para as explorações de bovinos leiteiros. Este benefício resulta do facto de se diminuir o número de DA e a taxa de refugo involuntário por questões reprodutivas (Tenhagen *et al.*, 2004; Lima *et al.*, 2010).

De acordo com um estudo realizado por Olynk & Wolf (2008), o custo para a obtenção de uma gestação através da utilização de um programa de sincronização de ovulação (*Ovsynch*) 17,84 USD (11,83 €). Por este motivo, é possível entender que explorações com um bom desempenho reprodutivo, têm um menor incentivo para a adoção deste tipo de programas de manejo reprodutivo, uma vez que o benefício económico que advém da sua utilização será menor (Tenhagen *et al.*, 2004; Olynk & Wolf, 2008).

2. Materiais e Métodos

O presente trabalho tem como principal objetivo a avaliação da eficácia de um programa de sincronização de ovulação (*Resynch*) numa exploração de bovinos de leite, sem meios complementares para a deteção de cio.

O estudo decorreu na exploração de bovinos leiteiros José Ribeiro Chula & Filho – Sociedade Agro Pecuária, Lda., localizada no Alto da Malhada, Moita.

2.1. Caracterização da exploração

A exploração tem, atualmente, um efetivo de 567 vacas de raça Holstein-Frísia.

Dentro da exploração os animais encontram-se divididos consoante o seu nível de produção. Os grupos 1 e 2 são constituídos por vacas de alta produção; no grupo 3 encontram-se as vacas de produção média; no grupo 4 e 5 estão os animais de baixa produção.

As vacas encontram-se em estabulação livre e são ordenhadas duas vezes ao dia. A primeira ordenha tem início às 4h e a segunda ordenha às 16h.

Os animais fazem lactações médias de 346 dias, com uma produção média de 9.583 kg.

2.1.1. Maneio reprodutivo

Na exploração, após o parto das vacas, esperam-se 30 dias até ser realizada uma observação pelo veterinário para certificação de que o aparelho reprodutor da fêmea está em condições de sustentar uma nova gestação.

Após este período, todas as vacas são observadas para deteção de comportamento de cio. A deteção de cio é feita exclusivamente de forma visual, não havendo recurso a métodos auxiliares para deteção de cios (podómetros ou detetores de monta). Há um funcionário da exploração responsável pelas deteções de cio, este faz 4 rondas diárias nos parques dos animais para observar o seu comportamento (1 – antes de as vacas comerem de manhã (\approx 8 horas); 2 – depois de as vacas comerem de manhã (\approx 10 horas); 3 – antes da ordenha da tarde (\approx 16 horas); 4 – após a ordenha da tarde (\approx 19 horas)). Cada ronda dura entre 5 e 15 minutos. No decurso do dia, todos os trabalhadores da exploração, durante as suas tarefas, podem observar vacas em cio, registando o seu número de identificação.

A vaca é inseminada mais ou menos 12 horas depois, isto é, se é vista em cio de manhã é inseminada à tarde e se é vista em cio à tarde é inseminada de manhã. Caso seja detetada em cio mais ao fim da manhã/tarde, será inseminada mais ao fim da tarde/manhã. É de ressaltar que as fêmeas apenas são inseminadas se o corrimento cervical for translucido.

No caso das vacas que não apresentam comportamento de cio no período de 60 dias após o parto (atrasadas), estas são tratadas com PGF_{2 α} , caso tenham CL presente, ou GnRH, na ausência de CL, segundo o critério do veterinário. Quando já levaram duas doses de PGF_{2 α} , e continuam sem apresentar

comportamento de cio, iniciam um programa de *Ovsynch*, com colocação, ou não, de um dispositivo CIDR®, segundo o critério do veterinário. Este dispositivo é intravaginal e está impregnado em progesterona (P₄), e, quando colocado, irá libertar esta hormona e impedir a secreção de GnRH e, consequentemente, das hormonas gonadotróficas. O dispositivo fica colocado durante 7 dias, e, quando retirado, desaparece o *feedback* negativo e reinicia-se a secreção de GnRH. Os animais atrasados são inseminados após a deteção visual e cio (quando são tratados com PGF_{2α} ou com GnRH) ou a tempo fixo (quando iniciam *Ovsynch*).

O primeiro diagnóstico de gestação (DG) é realizado cerca de 30 dias após a inseminação artificial (IA), com recurso de um ecógrafo.

Uma semana antes da realização do DG (23 a 29 dias de gestação), todas as vacas inseminadas são tratadas com Fertagyl® (GnRH). No dia do DG, as vacas com resultado positivo não são tratadas com mais nada. Por outro lado, as vacas com resultado negativo e com corpo lúteo presente entram num programa de *Resynch*, enquanto que as que têm resultado negativo e não têm corpo lúteo formado são injetadas com Fertagyl® (GnRH), iniciando um novo programa de *Ovsynch*, com ou sem CIDR®, segundo indicação do veterinário.

Aos 75 dias após a IA é feito um novo DG para confirmar a gestação.

No caso de não ficarem gestantes ao fim de 3 ou 4 inseminações, as vacas são colocadas num grupo com um touro, que irá detetar o cio e fazer cobrição natural para uma nova oportunidade de gestação.

Todas as novilhas de substituição são produzidas na própria exploração, não se comprando animais ao exterior. Estas são inseminadas, pela primeira vez, por volta dos 15 meses de idade.

2.1.2. Maneio alimentar

A alimentação dos animais é feita com recurso a um *unifeed*.

O regime alimentar, é formulado pelo nutricionista e respeita as necessidades de cada grupo produtivo.

No período do estágio, o regime alimentar dos grupos de alta produção (grupos 1 e 2) é composto por 48,1 % de silagem de milho, 22,2 % de alimento concentrado, 13,0% massa de cerveja, 5,6 % de feno silagem de azevém, 4,6 % de feno de azevém, 3,7 % polpa de beterraba e 2,8 % de enerfeed (suplemento lipídico).

O regime alimentar do grupo de média produção (grupo 3) é composto por 52,0 % de silagem de milho, 16,0 % de alimento concentrado, 14,0 % massa de cerveja, 6,0 % de feno silagem de azevém, 5,0 % de feno de azevém, 4,0 % polpa de beterraba e 3,0 % de enerfeed (suplemento lipídico, com 7,5 % de Gordura Bruta).

O regime alimentar do grupo de baixa produção e vacas secas (grupos 4 e 5) é composto por 35,3 % de silagem de milho, 23,5 % de feno silagem de azevém, 16,5 % de alimento concentrado, 14,1

% massa de cerveja, 4,7 % polpa de beterraba, 3,5 % de enerfeed (suplemento lipídico) e 2,4 % de palha de trigo.

Na altura de abertura de um novo silo, e 2 a 3 vezes durante a utilização do mesmo, é medido o teor de matéria seca da silagem produzida na exploração, para que haja um ajuste do regime alimentar distribuído.

No caso do alimento concentrado destinado aos animais de alta e média produção (grupos 1, 2 e 3), os principais ingredientes constituintes são o milho (50,0%), o bagaço de colza (15,6 %), o bagaço de soja 47 (15,0 %), farinha zootécnica de milho (5,0 %), glicerol 85 % (3,0 %), melaço (3,0 %), sabão cálcico (2,5%), bicarbonato de sódio (1,5 %) e carbonato de cálcio (1,5 %).

No caso do alimento concentrado destinado aos animais de baixa produção e vacas secas (grupos 4 e 5), os principais ingredientes constituintes são o milho (50,0%), o bagaço de colza (25,7 %), a cevada (14,3 %), melaço (3,0 %), carbonato de cálcio (1,8 %), sal (1,5 %), bicarbonato de sódio (1,5%) e ureia 46 (1,0 %).

Aos animais dos grupos 1 e 2, a distribuição de alimento é feita por forma a que cada animal ingira 24,2 kg MS por dia. No grupo 3, são disponibilizados 23,1 kg MS de alimento por animal e por dia. Por fim, nos grupos 4 e 5, são distribuídos 21,4 Kg MS de alimento por animal e por dia.

O alimento é distribuído em duas porções diárias, após as ordenhas.

2.2. Período em avaliação

O estudo avaliou um período temporal de 6 anos, que decorreu entre 14 de Fevereiro de 2012 e 13 de Fevereiro de 2018.

Cada período corresponde a 365 dias, tal como descrito na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição dos anos em análise

Ano	1	2	3	4	5	6
	14/02/2012	14/02/2013	14/02/2014	14/02/2015	14/02/2016	14/02/2017
Período	a	a	a	a	a	a
	13/02/2013	13/02/2014	13/02/2015	13/02/2016	13/02/2017	13/02/2018

Nos primeiros 5 anos eram realizados tratamentos hormonais, de acordo com o critério do veterinário, para indução de cio. No último ano foi introduzido na exploração um programa de sincronização de ovulação para as vacas com diagnóstico de gestação negativo (*Resynch*).

2.3. Descrição do Resynch

O tratamento aplicado na exploração foi o *Resynch*, que consiste na administração de injeções de GnRH (Fertagyl®) e PGF_{2α} (Luteosyl®), tal como esquematizado na Figura 16.

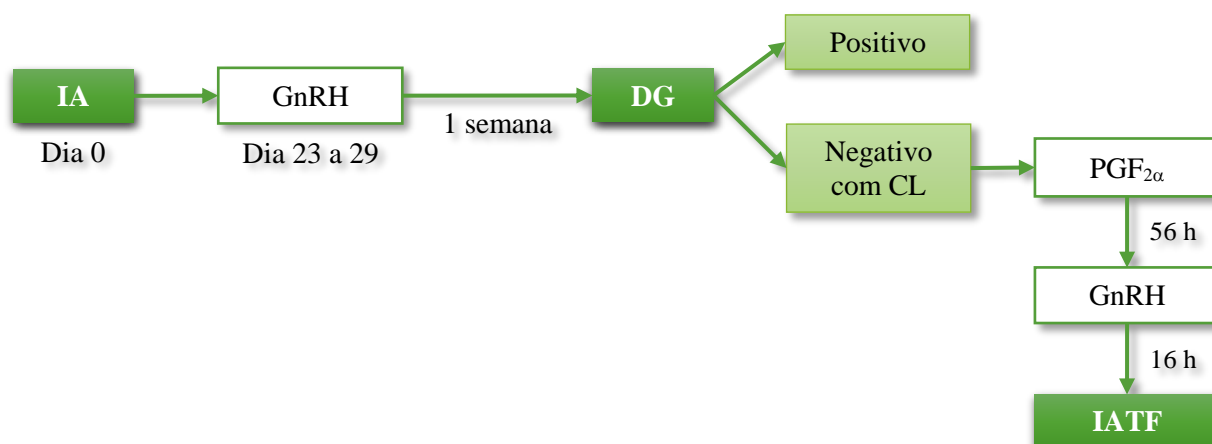


Figura 16 - Esquema de tratamento *Resynch* aplicado na exploração (IA – Inseminação artificial; GnRH – Hormona libertadora de gonadotrofinas; DG – Diagnóstico de gestação; CL – Corpo lúteo; PGF_{2α} – Prostaglandina F_{2α}; IATF – Inseminação artificial a tempo fixo)

O veterinário visita a exploração, para a realização de exames de diagnóstico, todas as semanas às terças feiras pelas 11 horas, pelo que este é o dia e hora de referência para o início do tratamento.

- Às terças feiras de manhã, todos os animais que têm entre 23 e 29 dias de gestação, são injetados com 1 dose de Fertagyl® (1 mL).
- Uma semana depois, no dia do DG, os animais com resultado negativo e com corpo lúteo presente são injetados com 1 dose de Luteosyl® (2 mL).
- Ao fim de 56 horas, após a última injeção (5ª feira de manhã), os animais são injetados com uma nova dose de Fertagyl® (1 mL).
- Por fim, 16 horas após o Fertagyl® (6ª feira de manhã), todos os animais colocados no programa de sincronização de ovulação são inseminados.

Com este tratamento, pretende-se que todos os animais com DG negativo e corpo lúteo presente, sejam inseminados 3 dias após o DG[⊖].

2.4. Obtenção de dados

Todos os dados foram fornecidos pelo software de gestão de efetivos ISALEITE, facultado pela ISAGRI, SAS. Foram recolhidos dados referentes a: 1) partos; 2) DG negativos; 3) DG positivos; 4) inseminações; 5) vendas e 6) perdas.

2.4.1. Parâmetros zootécnicos da exploração

Contrariamente aos intervalos apresentados de seguida, para os parâmetros zootécnicos, não foram recolhidos os dados de cada animal. Isto porque, não foi possível o acesso às fichas individuais de cada animal presente na exploração para proceder à análise de variância. Estes dados foram então obtidos através dos resumos de balanço reprodutivo e estado sanitário, fornecidos pelo programa ISALEITE.

2.4.2. Intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial

Para o cálculo do intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial (IP – IA1), foram considerados todos os animais que pariram e tiveram uma inseminação após o parto, nos seis anos considerados, consistindo num total de 1937 registos.

2.4.3. Intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante

Para o cálculo do intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante (IP – IAF), foram considerados os animais que tiveram uma primeira inseminação artificial bem como uma inseminação artificial fecundante, consistindo num total de 1603 registos.

2.4.4. Intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação

Para o cálculo do intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação (IA – DG), foram considerados os animais que tiveram um diagnóstico de gestação após a inseminação artificial, consistindo num total de 3244 registos.

2.4.5. Intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial e a inseminação artificial fecundante

Para avaliação da eficácia do programa de sincronização de ovulação foram calculados os intervalos entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial (DG^{\ominus} – IA1) e entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante (DG^{\ominus} – IAF).

Para o primeiro intervalo referido, a seleção dos animais foi feita com base nos diagnósticos de gestação, tendo sido selecionados para o estudo os animais que apresentaram um diagnóstico de gestação negativo após uma primeira inseminação artificial, consistindo num total de 1030 registos.

Para o segundo intervalo consideraram-se os animais que tiveram uma primeira inseminação artificial e obtiveram uma inseminação artificial fecundante, consistindo num total de 652 registos.

2.5. Tratamento de dados

Para o cálculo dos intervalos acima referidos, os dados fornecidos pela exploração foram, em primeiro lugar, filtrados, com recurso ao *Microsoft Excel*[®], de acordo com o descrito na Tabela 5.

Tabela 5 - Descrição do tratamento de dados para os diferentes intervalos calculados

	Identificou-se os animais com um parto no período determinado, bem como a data deste evento
IP – IA1	Identificou-se a data da primeira inseminação após o parto Eliminou-se os animais que foram cobertos naturalmente, vendidos ou morreram na exploração
IP – IAF	Dos animais que tiveram uma IA após o parto, identificou-se a data do DG positivo e a data da respetiva inseminação fecundante Eliminou-se os animais que foram cobertos naturalmente, vendidos ou morreram na exploração
IA – DG	Selecionou-se os animais com IA no período determinado Identificou-se a data do primeiro DG após a IA Eliminou-se os animais que foram vendidos ou morreram na exploração
DG[⊖] – IA1	Selecionou-se os animais com DG negativo no período determinado Identificou-se a data da primeira inseminação após o DG negativo de cada animal Eliminou-se os animais que foram cobertos naturalmente, vendidos ou morreram na exploração
DG[⊖] - IAF	Dos animais que tiveram uma IA após o DG negativo, identificou-se a data do DG positivo e a data da respetiva inseminação fecundante Eliminou-se os animais que foram cobertos naturalmente, vendidos ou morreram na exploração

IP – IA1 – intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial; **IP – IAF** – intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante; **IA – DG** – intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação; **DG[⊖] – IA1** – intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial; **DG[⊖] – IAF** – intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante.

A metodologia foi repetida para os 6 períodos em estudo.

Os dados obtidos para os intervalos IP – IA1, IP – IAF, IA – DG, DG[⊖] – IA1 e DG[⊖] – IAF foram, posteriormente, sujeitos a uma análise de variância (ANOVA) através do software SAS[®].

3. Resultados

3.1. Parâmetros zootécnicos da exploração

Os resultados recolhidos para vários parâmetros zootécnicos que caracterizam a exploração, são os apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Parâmetros zootécnicos da exploração

Parâmetros zootécnicos						
Ano	1	2	3	4	5	6
IEP (dias)	483	455	450	442	426	418
Taxa de deteção de cio (%)	42	39	41	45	48	51
Nº IA/fecundação	2,7	2,4	2,5	2,4	2,2	2,0
Nº de vitelos	405	392	417	470	489	444
Abortos (%)	9,2	5,9	6,3	3,9	2,7	4,7
PL _{standard} (L)	8.510	8.864	9.800	8.945	8.826	8.698
Mastite clínica (%)	28,9	19,3	14,0	9,7	12,2	12,2
Retenção placentária (%)	23,9	20,3	17,6	12,9	12,3	6,3
Metrite (%)	2,7	0,9	1,3	1,8	0,7	0,4
Outras doenças reprodutivas (%)	39,7	49,9	59,5	55,7	41,8	20,6

IEP – intervalo entre partos; IA – inseminação artificial; PL – produção de leite

Devido à falta de informação individual, que permitiria realizar a análise de variância, apenas é possível aferir acerca das tendências de evolução de cada um dos parâmetros ao longo do tempo, o que permitirá traçar o perfil da exploração.

De uma forma geral, é possível observar uma evolução positiva para os parâmetros relacionados com a eficiência reprodutiva (IEP, taxa de deteção de cio, número de inseminações necessárias para a fecundação, número de vitelos nascidos e taxa de abortos). As exceções são os anos 2, com um ligeiro decréscimo na taxa de deteção de cios, o ano 6 quando o parâmetro em análise é a taxa de aborto, e os anos 2 e 6, quando se tem em conta o número de vitelos nascidos.

Tendo em conta os parâmetros indicativos do estado sanitário da exploração (mastite clínica, retenção placentária, metrite e outras doenças reprodutivas) há uma clara tendência de evolução positiva. Para o caso da prevalência das mastites clínicas, nos anos 5 e 6 há um ligeiro aumento.

3.2. Intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial

O resultado da análise de variância em relação à variável intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial (IP – IA1), é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Intervalo de tempo (em dias) entre o parto e a primeira inseminação artificial (IP – IA1)

IP – IA1							DPM	Ano
Ano	1	2	3	4	5	6		
Dias	81 ^a	79 ^{ac}	74 ^b	71 ^b	75 ^{bc}	82 ^a	0,7033	< 0,0001
N	285	304	349	360	315	319		

a, b, c, d – as médias afetadas com uma mesma letra não são estatisticamente diferentes

DPM – Desvio padrão da média

N – número de registos analisados

No início do período em análise (ano 1), o IP – IA1 foi de 81 dias. Este resultado é estatisticamente igual ao dos anos 2 e 6.

Nos anos 3 e 4, observou-se uma diminuição do IP – IA1, passando este a ser de 74 e 71 dias, respetivamente, o que corresponde a uma diminuição de 8,6 % no ano 3 e 12,3 % no ano 4, quando comparado com o ponto de partida. Os resultados observados no 3º e 4º ano em análise diferem significativamente dos anos 1, 2 e 6. No entanto, estes resultados são estatisticamente iguais entre si e ao ano 5.

No ano 5, o intervalo referido, foi de 75 dias, o que representa uma melhoria de 7,4 % quando comparado com o ano 1. Ainda assim, não se verificam diferenças estatisticamente significativas entre o ano 5 e os anos 2, 3 e 4.

No último ano em análise (ano 6), o IP – IA1 foi de 82 dias, o que representa um agravamento de 7,9 % quando comparado com a média dos anos anteriores (76 dias). O resultado obtido para o ano 6 é estatisticamente igual ao dos anos 1 e 2 em estudo e difere significativamente dos obtidos nos anos 3, 4 e 5.

Na Figura 17, é possível observar a distribuição dos animais por diferentes classes em função do seu IP – IA1.

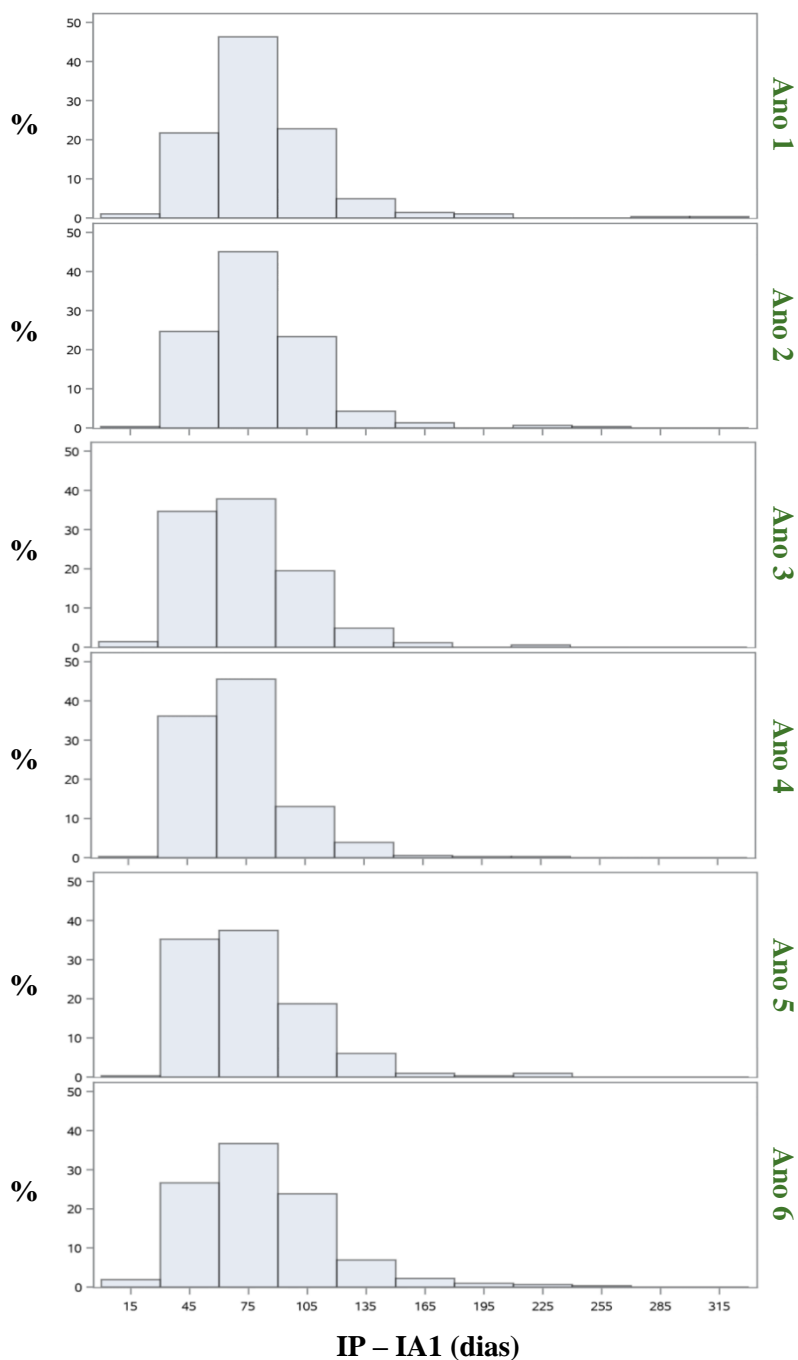


Figura 17 - Distribuição de animais por intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial (IP – IA1)

Através da análise da Figura 17, é possível observar que a maioria das vacas presentes na exploração apresentaram um IP – IA1 entre os 30 e os 150 dias. Dentro destes valores, ao longo dos anos em estudo, verificaram-se algumas alteações.

No primeiro ano em estudo, 46,3 % das vacas tinham IP – IA1 na classe dos 60 – 90 dias. Sendo esta seguida das classes 90 – 120 e 30 – 60, com 22,8 e 21,8 % dos animais, respetivamente.

No ano 2, verificou-se uma ligeira melhoria dos resultados, ilustrada pelo aumento da percentagem de animais na classe 30 – 60 dias (21,8 % ano 1 vs. 24,7 % ano 2), bem como pela diminuição da percentagem de animais na classe de 120 – 150 (4,9 % ano 1 vs. 4,3 % ano 2) e mais de 150 dias (3,2 % ano 1 vs. 2,3 % ano 2).

Foi no terceiro ano em estudo que se notou uma clara melhoria do IP – IA1. Neste ano, houve um aumento de 10 % de animais na classe 30 – 60 dias (24,7 % ano 2 vs. 34,7 % ano 3) e diminuição da percentagem de animais nas classes 60 – 90 (45,1 % ano 2 vs. 37,8 % ano 3), 90 – 120 (23,4 % ano 2 vs. 19,5 % ano 3) e mais de 150 dias (2,3 % ano 2 vs. 1,7 % ano 3).

No ano 4, a tendência de melhoria manteve-se. Observou-se um aumento da percentagem de animais nas classe 30 – 60 (44,7 % ano 3 vs. 36,1 % ano 4) e 60 – 90 (37,8 % ano 3 vs. 45,6 % ano 4), com diminuição da percentagem de animais nas restantes.

No ano 5, os resultados foram semelhantes aos descritos para o ano 3, tendo-se verificado um agravamento dos resultados obtidos, quando comparado com o ano 4. Observou-se um aumento da percentagem de animais nas classes 90 – 120 (13,1 % ano 4 vs. 18,7 % ano 5), 120 – 150 (3,9 % ano 4 vs. 6,0 % ano 5) e mais de 150 dias (1,1 % ano 4 vs. 2,2 % ano 5) e, uma diminuição da percentagem de animais nas classes 30 – 60 (36,1 % ano 4 vs. 35,2 % ano 5) e 60 – 90 dias (45,6 % ano 4 vs. 37,5 % ano 5).

Por fim, no ano 6, verificou-se uma evolução negativa dos resultados. De forma semelhante ao ano anterior, observou-se um aumento da percentagem de animais nas classes 90 – 120 (18,7 % ano 5 vs. 23,8 % ano 6), 120 – 150 (6,0 % ano 5 vs. 6,9 % ano 6) e mais de 150 dias (2,2 % ano 5 vs. 4,1 % ano 6) e, uma diminuição da percentagem de animais nas classes 30 – 60 (35,2 % ano 5 vs. 26,6 % ano 6) e 60 – 90 dias (37,5 % ano 5 vs. 36,7 % ano 6). É de ressaltar o aparecimento de 1,9 % de animais na classe dos 0 – 30 dias.

3.3. Intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante

Relativamente à variável intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante (IP – IAF), resultado da análise de variância é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Intervalo de tempo (em dias) entre o parto e a inseminação artificial fecundante (IP – IAF)

IP – IAF							DPM	Ano
Ano	1	2	3	4	5	6		
Dias	118 ^a	144 ^b	125 ^a	115 ^a	120 ^a	118 ^a	1,6957	< 0,0001
N	242	265	285	306	267	237		

^{a, b} – as médias afetadas com uma mesma letra não são estatisticamente diferentes

DPM – Desvio padrão da média

N – número de registos analisados

No início do período em análise (ano 1), o IP – IAF foi de 118 dias. No segundo ano, houve um aumento de 22 % no mesmo intervalo, o que se revelou significativo, passando a ser de 144 dias.

Nos anos 3, 4, 5 e 6, os resultados obtidos na análise de variância não diferem significativamente entre si, nem do ano 1. Em valor absoluto, é possível verificar que o ano 4 foi o que apresentou melhores resultados, com um IP – IAF de 115 dias.

Na Figura 18 é possível observar a alteração da distribuição dos animais pelas diferentes classes, em função do seu IP – IAF.

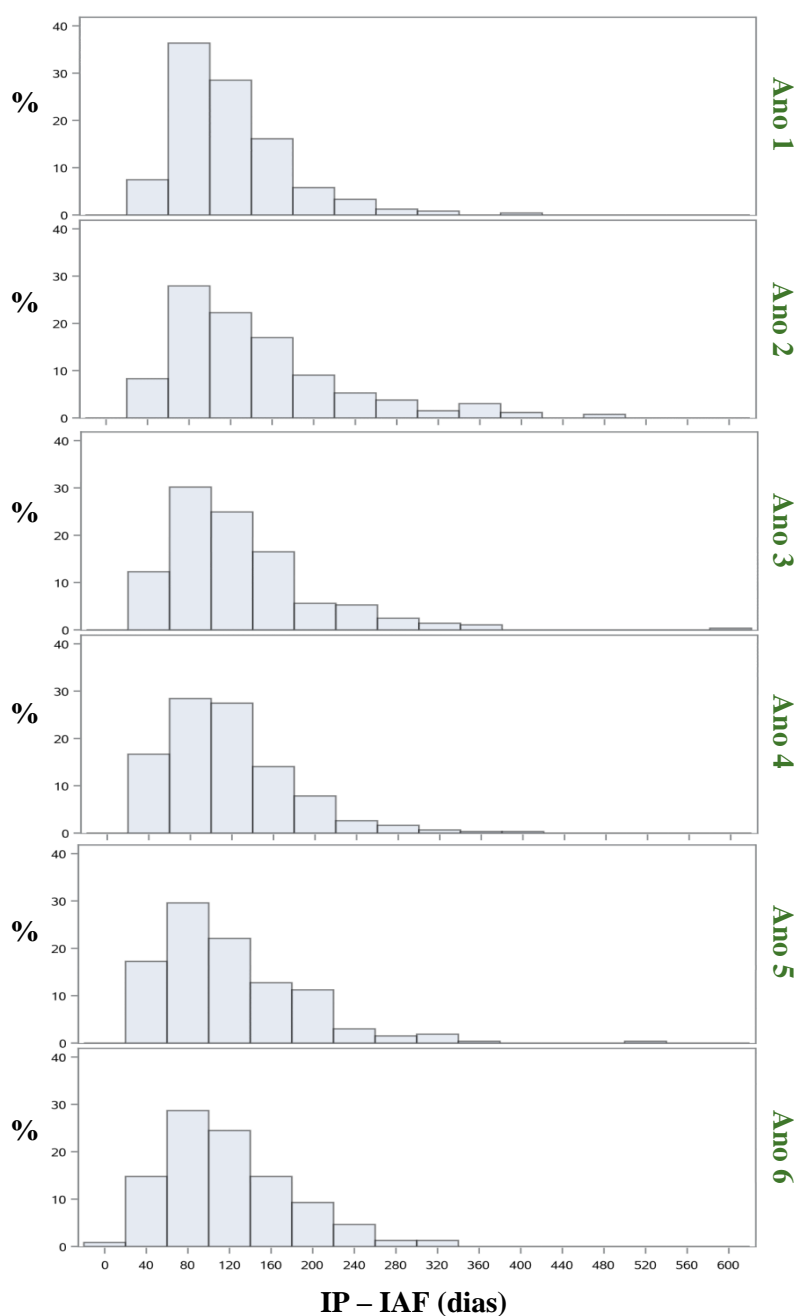


Figura 18 - Distribuição de animais por intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante (IP – IAF)

Para este intervalo, a maioria dos animais encontra-se entre os 20 e os 220 dias.

No primeiro ano em estudo, 36,4 % das vacas tinham IP – IAF na classe dos 60 – 100 dias. Sendo esta seguida das classes 100 – 140 e 140 – 180, com 28,5 e 16,1 % dos animais, respetivamente.

No ano 2, verificou-se um agravamento dos resultados, ilustrada pelo aumento da percentagem de animais nas classes de 180 – 220 (5,8 % ano 1 vs. 9,1 % ano 2), 220 – 260 dias (3,3 % ano 1 vs. 5,3 % ano 2) e mais de 260 dias (2,5 % ano 1 vs. 10,2 % ano 2), bem como pela diminuição da percentagem de animais nas classes de 60 – 100 (36,4 % ano 1 vs. 27,9 % ano 2) e 100 – 140 (28,5 % ano 1 vs. 22,3 % ano 2) dias.

No terceiro ano em estudo, houve uma recuperação do IP – IAF. Neste ano, houve uma redução da percentagem de animais nas classes de 180 – 220 dias (9,1 % ano 2 vs. 5,6 % ano 3) e mais de 260 dias (10,2 % ano 2 vs. 5,3 % ano 3) e um aumento da percentagem de animais nas classes 20 – 60 dias (8,3 % ano 2 vs. 12,3 % ano 3) e 60 – 100 dias (27,9 % ano 2 vs. 30,2 % ano 3).

No ano 4, a tendência de melhoria manteve-se. Observou-se uma diminuição de percentagem de animais nas classes de 220 – 260 e mais de 260 dias, que passaram de 5,3 %, no ano 3, para 2,6 e 2,9 %, respetivamente, no ano 4. Simultaneamente, observou-se um aumento da percentagem de animais na classe dos 20 – 60 (12,3 % ano 3 vs. 16,7 % ano 4) dias e 100 – 140 dias (24,9 % ano 3 vs. 27,5 % ano 4).

No ano 5, verificou-se um ligeiro agravamento do IP – IAF, ilustrado pela diminuição da percentagem de animais na classe dos 100 – 140 dias (27,5 % ano 4 vs. 22,1 % ano 5) e aumento da percentagem de animais nas classes 1800 – 220 (7,8 % ano 4 vs. 11,2 % ano 5), 220 – 260 (2,6 % ano 4 vs. 3,0 % ano 5) e mais de 260 dias (2,9 % ano 4 vs. 4,1 % ano 5).

Por fim, no ano 6, verificou-se uma diminuição da percentagem de animais nas classes 20 – 60 (17,2 % ano 5 vs. 14,8 % ano 6) e 60 – 100 dias (29,6 % ano 5 vs. 28,7 % ano 6). Ainda assim, houve um aumento de 2,4 % na classe dos 100 – 140 dias (22,1 % ano 5 vs. 24,5 % ano 6). Observou-se ainda uma diminuição das classes de 180 – 220 (11,2 % ano 5 vs. 9,3 % ano 6) e mais de 260 dias (4,1 % ano 5 vs. 2,5 % ano 6).

3.4. Intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação

Na tabela 9 é apresentado o resultado da análise de variância em relação à variável intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação (IA – DG).

Tabela 9 - Intervalo de tempo (em dias) entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação (IA – DG)

IA – DG							DPM	Ano
Ano	1	2	3	4	5	6		
Dias	63 ^a	63 ^a	59 ^b	59 ^b	57 ^b	39 ^c	0,4041	< 0,0001
N	468	496	547	577	496	660		

^{a, b, c} – as médias afetadas com uma mesma letra não são estatisticamente diferentes

DPM – Desvio padrão da média

N – número de registos analisados

No início do período em análise (ano 1), o referido intervalo era de 63 dias. O resultados obtido para o anos 2 não difere numérica nem significativamente do primeiro ano.

No terceiro ano em estudo, o IA – DG diminui significativamente, passando a ser de 59 dias, o que corresponde a uma diminuição de 6,4 %. O ano 4 apresenta exatamente a mesma média de IA – DG que o ano 3.

No ano 5, observou-se uma diminuição da média do intervalo IA – DG, passando este a ser de 57 dias. Ainda assim, não há uma diferença significativa quando comparado com os dois anos anteriores.

No ano último ano em estudo (ano 6), observa-se uma clara e significativa melhoria do intervalo IA – DG. Neste período, o intervalo passa a ser de 39 dias, o que representa uma melhoria de 38,1 %, quando comparado com o início do estudo e 35 % quando comparado com a média dos anos anteriores (60 dias).

Na Figura 19 é possível observar a alteração da distribuição dos animais pelas diferentes classes, em função do seu intervalo IA – DG.

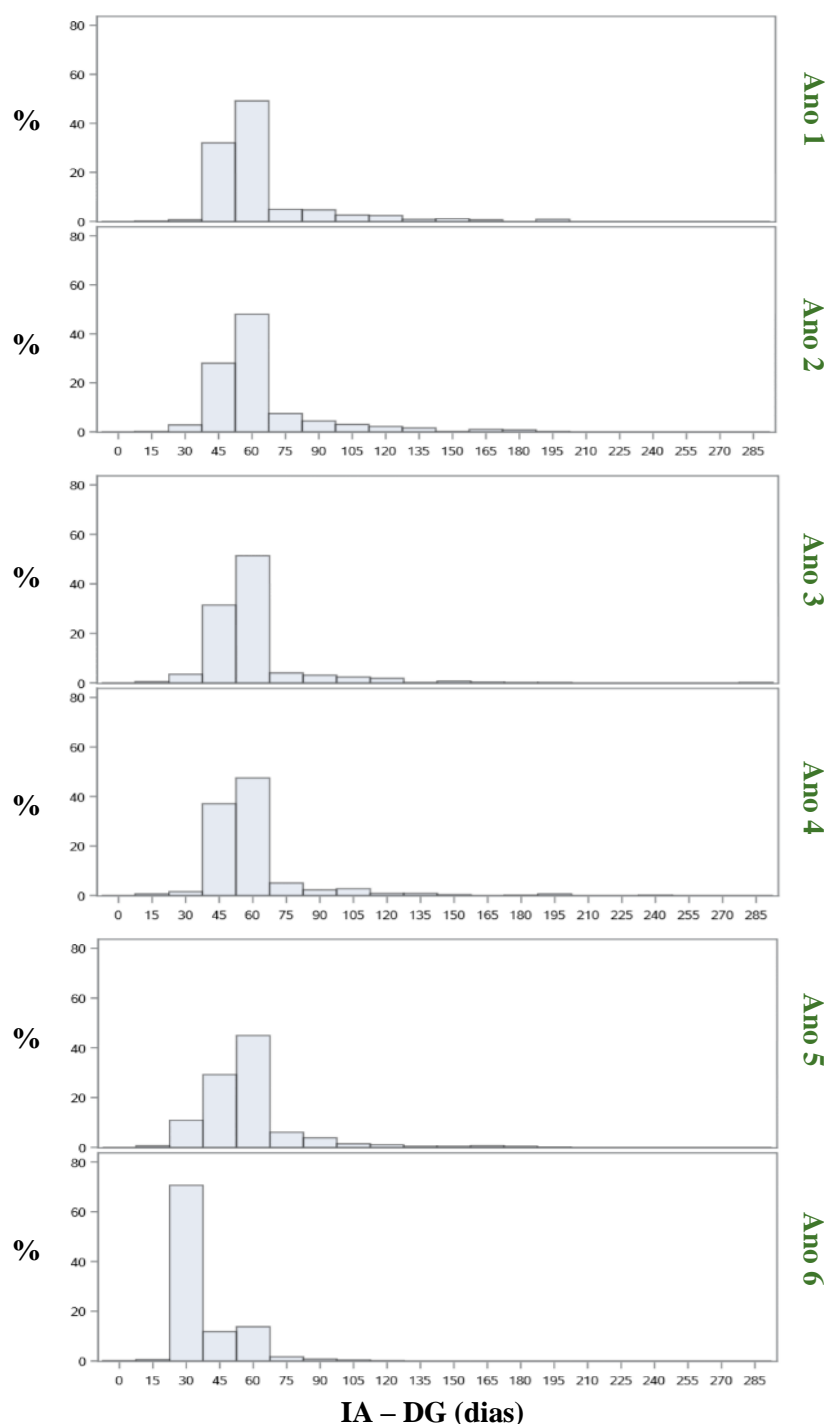


Figura 19 - Distribuição de animais por intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação (IA – DG)

A principal observação a fazer em relação a este intervalo é que nos anos 1, 2, 3, 4 e 5, a classe em que se encontra a maioria dos animais é a de 52,5 – 67,5 dias. Enquanto que no ano 6, a maioria dos animais encontra-se na classe 22,5 – 37,5 dias (70,6 %).

3.5. Intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial

Na Tabela 10 está o resultado da análise de variância em relação à variável intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial subsequente ($DG^{\ominus} - IA1$).

Tabela 10 - Intervalo de tempo (em dias) entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação subsequente ($DG^{\ominus} - IA1$)

$DG^{\ominus} - IA1$							DPM	Ano
Ano	1	2	3	4	5	6		
Dias	33 ^a	34 ^a	30 ^a	22 ^{ab}	32 ^a	13 ^b	1,1145	< 0,0001
N	127	125	147	146	137	330		

^{a, b} – as médias afetadas com uma mesma letra não são estatisticamente diferentes

DPM – Desvio padrão da média

N – número de registos analisados

No início do período em análise (ano 1), o referido intervalo era de 33 dias. O resultado deste ano é estatisticamente igual ao dos anos 2, 3, 4 e 5.

O ano correspondente à aplicação do *Resynch* (ano 6), observa-se uma clara e significativa melhoria do intervalo $DG^{\ominus} - IA1$. Neste período, o intervalo passa a ser de 13 dias, o que representa uma melhoria de 60,6 %, quando comparado com o início do estudo e 56,7 % quando comparado com a média dos anos anteriores (30 dias). O resultado obtido para o intervalo $DG^{\ominus} - IA1$ do ano 6 é significativamente melhor do que os obtidos para os anos 1, 2, 3 e 5, no entanto, é estatisticamente igual ao obtido no ano 4.

Na Figura 20 é possível observar a alteração da distribuição dos animais pelas diferentes classes, em função do seu intervalo $DG - IA1$.

No primeiro ano em estudo, 65,5 % das vacas com um diagnóstico de gestação negativo tinham o seu intervalo $DG^{\ominus} - IA1$ na classe dos 0 – 30 dias. Sendo esta seguida das classes 30 – 60, 60 – 90 e mais de 90 dias, com 17,9, 6,9 e 9,7 % das vacas, respetivamente.

No ano 2, verificou-se uma ligeira pioria dos resultados, ilustrada pelo aumento da percentagem de animais nas classes de 30 – 60 (17,9 % ano 1 vs. 20,0 % ano 2) e 60 – 90 dias (6,9 % ano 1 vs. 9,6 % ano 2), bem como pela diminuição da percentagem de animais nas classes de 0 – 30 (65,5 % ano 1 vs. 62,4 % ano 2).

No terceiro ano em estudo, houve uma ligeira recuperação do intervalo $DG^{\ominus} - IA1$. Neste ano, registou-se uma redução da percentagem de animais nas classes de 60 – 90 dias (9,6 % ano 2 vs. 6,8 % ano 3) e mais de 90 dias (8,0 % ano 2 vs. 5,4 % ano 3) e um aumento da percentagem de animais nas classes 0 – 30 dias (62,4 % ano 2 vs. 63,9 % ano 3) e 30 – 60 dias (20,0 % ano 2 vs. 23,8 % ano 3).

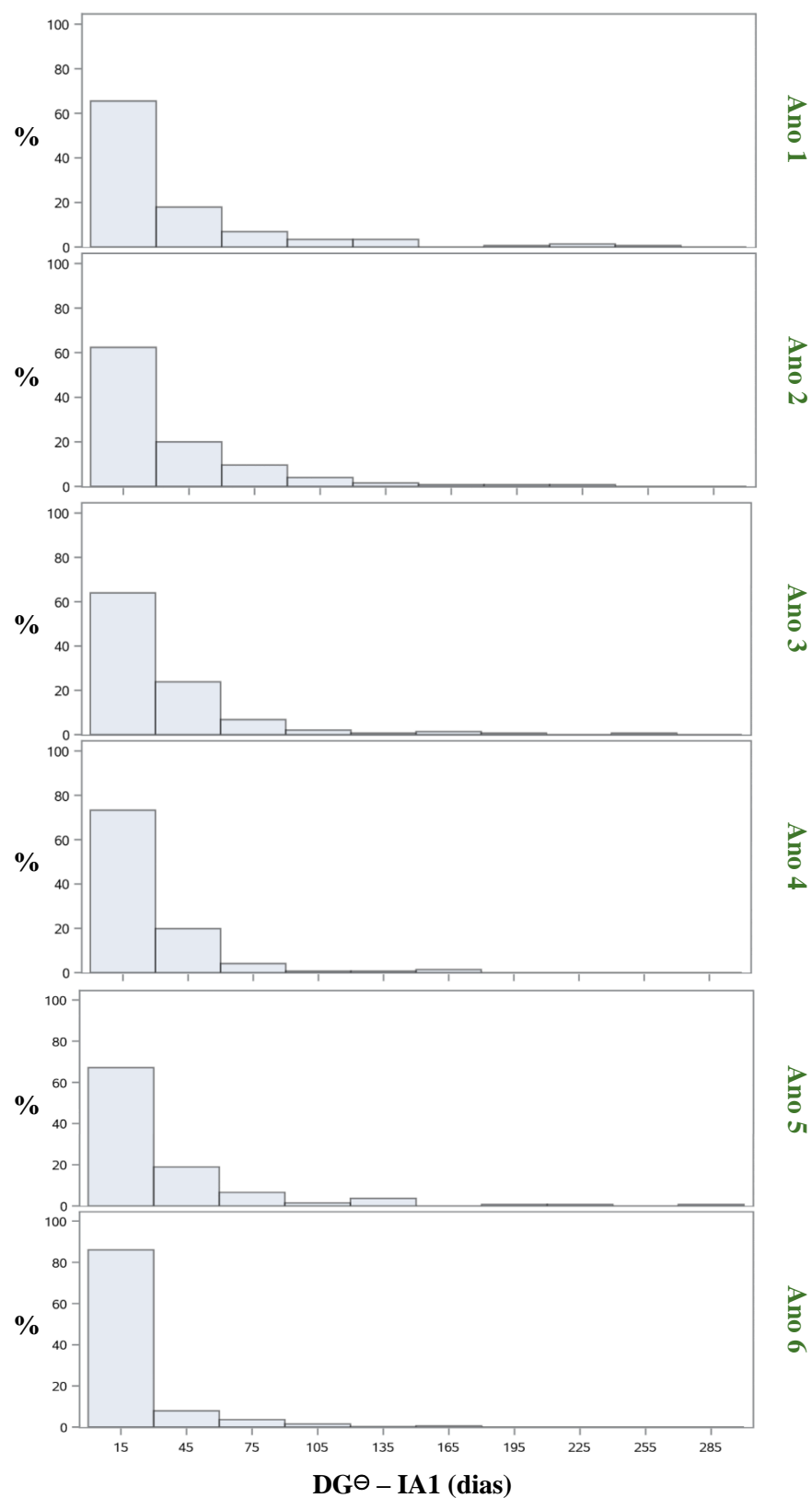


Figura 20 - Distribuição de animais por intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial (DG⁻ – IA1)

No ano 4, a tendência de melhoria manteve-se. Observou-se uma diminuição da percentagem de animais nas classes de 30 – 60 (23,8 % ano 3 vs. 19,9 % ano 4), 60 – 90 (6,8 % ano 3 vs. 4,1 % ano 4) e mais de 90 dias (5,4 % ano 3 vs. 2,7 % ano 4). Verificou-se, também, um aumento de 9,4 % na percentagem de vacas com diagnóstico de gestação negativo que voltaram a ser inseminadas pela primeira vez entre os 0 e os 30 dias após DG.

No ano 5, verificou-se uma ligeira degradação do referido intervalo. Esta é ilustrada pela diminuição da percentagem de animais nas classes dos 0 – 30 (73,3 % ano 4 vs. 67,5 % ano 5) e 30 – 60 (19,9 % ano 4 vs. 19,0 % ano 5), e aumento da percentagem de animais nas classes 60 – 90 (4,1 % ano 4 vs. 6,6 % ano 5) e mais de 90 dias (2,7 % ano 4 vs. 7,3 % ano 5).

Por fim, no ano 6, verificou-se uma diminuição da percentagem de animais nas classes 30 – 60 (19,0 % ano 5 vs. 7,9 % ano 6), 60 – 90 (6,6 % ano 5 vs. 3,6 % ano 6) e mais de 90 dias (7,3 % ano 5 vs. 2,4 % ano 6). Observou-se, então, um aumento de 18,9 % na classe dos 0 – 30 dias (67,2 % ano 5 vs. 86,1 % ano 6).

3.6. Intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante

O resultado da análise de variância em relação à variável intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante (DG^{\ominus} – IAF), é apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Intervalo de tempo (em dias) entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante (DG^{\ominus} – IAF)

Ano	DG^{\ominus} – IAF						DPM	Ano
	1	2	3	4	5	6		
Dias	53 ^a	63 ^a	46 ^a	42 ^{ab}	42 ^{ab}	27 ^b	2,0322	< 0,0001
N	99	90	100	102	85	166		

^{a, b} – as médias afetadas com uma mesma letra não são estatisticamente diferentes

DPM – Desvio padrão da média

N – número de registos analisados

No início do período em análise (ano 1), o referido intervalo era de 53 dias. Os resultados obtidos no ano 1 são estatisticamente iguais aos obtidos nos anos 2, 3, 4 e 5. No entanto, diferem significativamente do ano 6.

No ano correspondente à aplicação do *Resynch* (ano 6), o intervalo DG^{\ominus} – IAF passa a ser de 27 dias, o que representa uma melhoria de 49,1 %, quando comparado com o início do estudo e 44,9 % quando comparado com a média dos anos anteriores (49 dias). Os resultados obtidos no ano do

tratamento são significativamente diferentes dos obtidos nos anos 1, 2 e 3. No entanto, são estatisticamente iguais aos dos anos 4 e 5.

A distribuição dos animais por diferentes classes, em função do seu intervalo DG^{\ominus} – IAF está ilustrada na Figura 21.

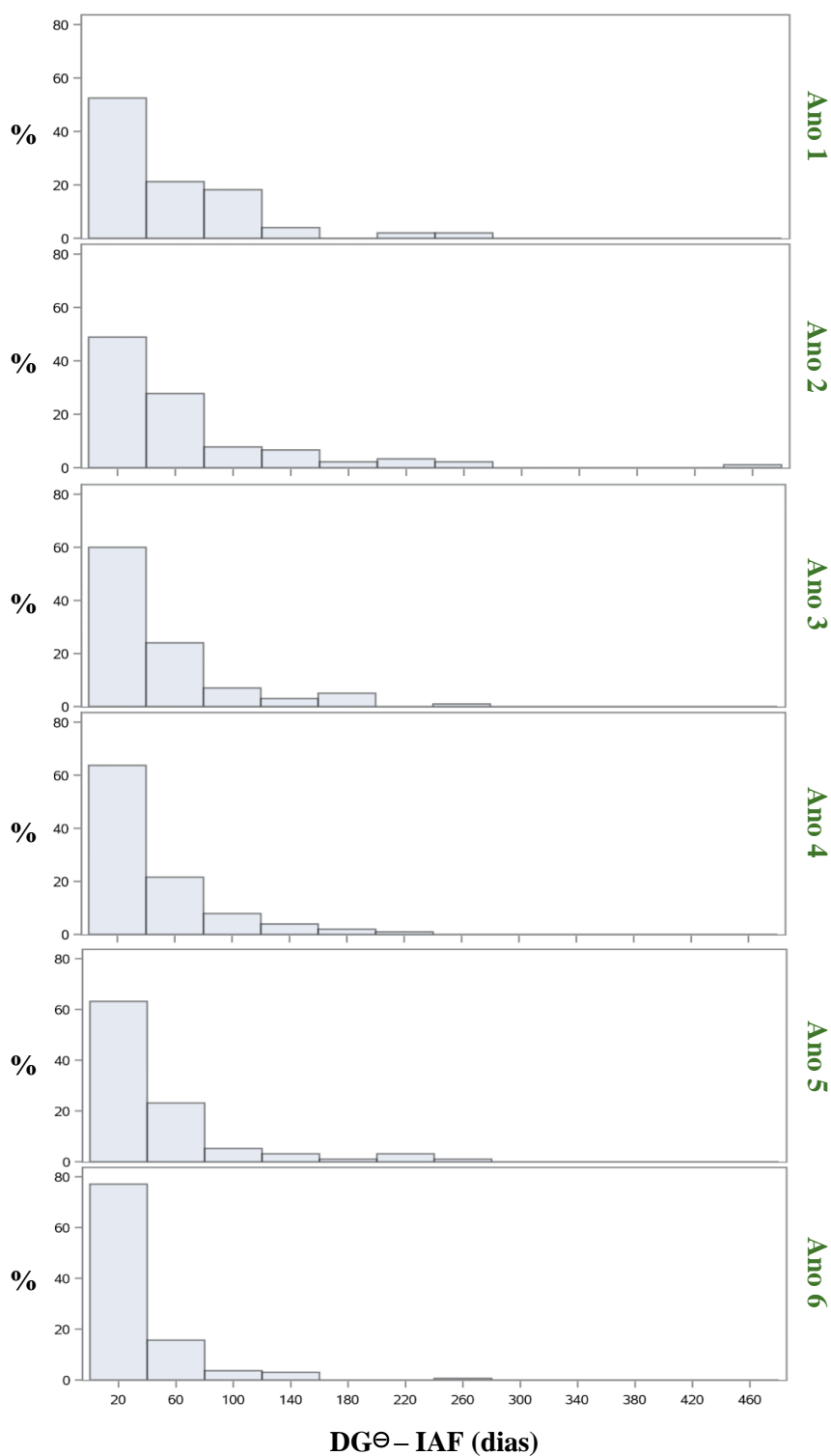


Figura 21 - Distribuição de animais por intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante (DG^{\ominus} – IAF)

No primeiro ano em estudo, 52,5 % das vacas com um diagnóstico de gestação negativo tinham o seu intervalo DG^{\ominus} – IAF na classe dos 0 – 40 dias. Sendo esta seguida das classes 40 – 80 e 80 – 120 e dias, com 21,2 e 18,2 % das vacas, respetivamente.

No ano 2, verificou-se uma ligeira pioria dos resultados, ilustrada pelo aumento da percentagem de animais nas classes de 120 – 160 (4,0 % ano 1 vs. 6,7 % ano 2) e mais de 160 dias (4,0 % ano 1 vs. 8,9 % ano 2), bem como pela diminuição da percentagem de animais nas classes de 0 – 40 (52,5 % ano 1 vs. 48,9 % ano 2).

No terceiro ano em estudo, houve uma ligeira recuperação do intervalo DG^{\ominus} – IAF. Neste ano, houve uma redução da percentagem de animais nas classes de 40 – 80 (27,8 % ano 2 vs. 24,0 % ano 3), 80 – 120 (7,8 % ano 2 vs. 7,0 % ano 3), 120 – 160 (6,7 % ano 2 vs. 3,0 % ano 3) e mais de 160 dias (8,9 % ano 2 vs. 6,0 % ano 3) e um aumento de 11,1 % de animais na classe 0 – 40 dias (48,9 % ano 2 vs. 60,0 % ano 3).

No ano 4, a tendência de melhoria manteve-se. Esta é comprovada pelo aumento de 3,7 % animais na classe dos 0 – 40 dias (60,0 % ano 3 vs. 63,7 % ano 4) e pela diminuição de 3,1 % animais na classe de mais de 160 dias (6,0 % ano 3 vs. 2,9 % ano 4).

No ano 5, observou-se uma ligeira pioria do referido intervalo. Esta é ilustrada pela diminuição da percentagem de animais na classe dos 80 – 120 (7,8 % ano 4 vs. 5,3 % ano 5) e aumento da percentagem de animais na classe mais de 160 dias (2,9 % ano 4 vs. 5,3 % ano 5).

Por fim, no ano 6, verificou-se uma diminuição da percentagem de animais nas classes 40 – 80 (23,2 % ano 5 vs. 15,7 % ano 6), 80 – 120 (5,3 % ano 5 vs. 3,6 % ano 6), 120 – 160 dias (3,2 % ano 5 vs. 3,0 % ano 6) e praticamente ausência de animais na classe de mais de 90 dias (0,6 %). Observou-se, então, um aumento de 13,9 % na classe dos 0 – 40 dias (63,2 % ano 5 vs. 77,1 % ano 6).

4. Discussão de resultados

No presente trabalho pretende-se avaliar a eficácia de aplicação do *Resynch*, na exploração em causa, tendo-se para isso avaliado dados relativos a distintos intervalos, por forma a obter uma visão generalizada do estado reprodutivo do efetivo.

4.1. Avaliação da performance reprodutiva da exploração

Hoje em dia, o grande objetivo do setor da produção de leite de bovino é maximizar a produção leiteira da forma mais eficiente possível. A jogar contra esta meta, existe a quebra de eficiência reprodutiva muito associada à raça Holstein. Tendo em conta este paradoxo, é necessário recorrer a estratégias de manejo reprodutivo, adequadas às condições reais de cada exploração, com o intuito de melhorar a eficiência reprodutiva.

O aumento dos efetivos médios por exploração e da produção leiteira comprometem a eficácia da tradicional deteção de cio (Lucy, 2001). A exploração José Ribeiro Chula & Filho, não foge à regra, apresentando uma taxa de deteção de cio média, dos últimos 6 anos, de 44 %. Este valor encontra-se dentro dos valores normais para explorações com deteção visual de cio, de acordo com Diskin & Sreenan (2000). A taxa de abortos média, dos últimos 6 anos, da exploração em estudo, é de 5,5 %. A causa dos abortos observados na exploração está bem identificada. Deve-se ao parasita *Neospora*, para o qual não há vacina. De acordo com Forar *et al.* (1995), a taxa de abortos de uma exploração pode situar-se entre os 3 e 5 %, sendo a situação preocupante quando esta taxa é superior a 10%. Relativamente ao estado sanitário da exploração, os valores de referência para a incidência de retenções placentárias, metrites e mastites são de 5 – 10 % (LeBlanc, 2008) e iguais ou superiores a 20 e 23 % (Walsh *et al.*, 2008), respetivamente. Na exploração em estudo, verificou-se uma média, nos últimos 6 anos, de 15,6 % de retenções placentárias, 1,3 % de metrites e 16,1 % de mastites. Tendo em conta estes valores, é possível compreender que, o estado sanitário da exploração em estudo é razoável. Ou seja, tirando a incidência de retenções placentárias, que se encontra acima dos valores expectáveis, a incidência das restantes doenças é inferior ao esperado. É de ressaltar que a incidência de metrites na exploração deverá ser superior ao indicado, uma vez que estas representam as que o veterinário deteta na sua visita semanal. Certamente existirão mais, que são tratadas pelos colaboradores da exploração mas que são registadas no sistema como “outras doenças reprodutivas”. No que diz respeito à eficiência reprodutiva, o intervalo médio entre o parto e a primeira inseminação artificial (IP – IA1), dos últimos 6 anos, é de 77 dias, e o intervalo médio entre o parto e a inseminação artificial fecundante (IP – IAF), dos últimos 6 anos é de 123 dias. Estes intervalos deveriam, idealmente, situar-se entre os 40 a 70 dias (Stevenson, 2001; Rocha & Carvalheira, 2002; Ball & Peters, 2004b) e 80 a 90 dias (Ball & Peters, 2004b), respetivamente, para se atingir o objetivo de um parto a cada 365 dias. Ou seja, do ponto de vista da eficiência reprodutiva, a

exploração encontra-se um pouco abaixo dos parâmetros ideais. No entanto não difere muito do que se observa na realidade do setor, em que o IP – IAF ronda os 100 dias.

Finalmente, relativamente ao intervalo entre partos (IEP), este apresenta grandes melhorias nas médias de uns anos para os outros. Esta tendência de melhoria deve-se essencialmente à gestão do efetivo da vacaria. Isto é, a venda de animais mais velhos e com pior fertilidade (que chegavam a ter IEP de 600 e 700 dias).

4.2. Intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial

Relativamente ao intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial (IP – IA1) (Tabela 7), não se verificam alterações positivas, com a aplicação do *Resynch*. Este resultado é expectável tendo em conta que o *Resynch* apenas irá influenciar os intervalos relacionados com acontecimentos após o diagnóstico de gestação negativo.

O aparecimento de inseminações artificiais antes dos 30 dias (Figura 17), revela um mau maneio da exploração. Mesmo que as vacas apresentem cio neste período não devem ser inseminadas, pois a sua involução uterina poderá ainda não estar completa, o que compromete a sua fertilidade. Nesta situação, estão a desperdiçar-se recursos (sêmen e tempo de trabalho).

A melhoria significativa observado no IP – IA1, no ano 3, poderá estar relacionada com as condições ambientais que se fizeram sentir. Isto é, de acordo com os registos do IPMA, este foi um Verão com temperaturas abaixo da média (Instituto Português do Mar e da Atmosfera [IPMA], 2014b) (Anexo 4). Para este mesmo ano, verificou-se um ligeiro aumento da taxa de deteção de cio da exploração. Desta forma, poderão estar exemplificados os benefícios das temperaturas mais baixas na resposta dos animais (1 – maior ingestão de matéria seca diminui a severidade do balanço energético negativo (BEN), o que acelera o reinício da atividade ovárica; 2 – o efeito direto da temperatura mais baixa reflete-se numa menor letargia dos animais e numa manifestação de cio mais intensa e com maior duração, aumentando as chances de ser detetado).

Para os anos 4 e 5 do estudo (2015 e 2016, respetivamente), o IP – IA1 não difere significativamente do ano 3. Este resultado é, à partida, contraditório, tendo em conta as anomalias positivas que se observaram tanto nas temperaturas dos meses de Verão como nas temperaturas anuais (IPMA, 2015a; IPMA, 2015b; IPMA, 2016a; IPMA, 2016b) (Anexo 4). Assim, uma possível explicação para o não aumento do referido intervalo passa pela diminuição da produção leiteira (e menores necessidades energéticas para a produção de leite, que atenua o BEN), que ocorreu a partir de 2015. Como consequência da abolição das quotas leiteiras, a exploração passou da realização de 3 ordenhas diárias para 2 ordenhas diárias, o que faz com que as vacas tenham mais tempo para demonstrar o comportamento de cio. Simultaneamente, nestes 2 anos, a taxa de deteção de cio da exploração também aumentou, sendo este um bom indicador da resposta dos animais, apesar das temperaturas mais elevadas que se fizeram sentir. Desta forma, comprova-se a relação inversa existente entre a produção de leite e

a tolerância ao calor, descrita por Salgueiro & Almeida (2015). Ou seja, quando há menor produção de leite, o incremento de calor é menor, o que faz com que haja uma maior resistência ao stress térmico, como consequência da maior facilidade de perda de calor pela via evaporativa (maior gradiente térmico entre o animal e o ambiente).

É ainda de referenciar que no ano 5 do estudo, se verificou um aumento da incidência de mastites clínicas, quando comparado com o ano 4. Este facto pode ser a justificação para o aumento da média do IP – IA1, ainda que este não seja significativamente diferente do ano anterior.

Por fim, no ano 6 do estudo, observou-se novo aumento significativo do IP – IA1, embora se continue a verificar a tendência para a diminuição da produção de leite. Neste caso, a explicação pode passar pela ação de três fatores: 1) stress térmico, 2) fraca deteção deaios e 3) prevalência de mastites clínicas. Relativamente ao stress térmico, verifica-se que tanto o ano como o Verão de 2017 (referente ao ano 6 do estudo) tiveram anomalias de temperatura bastante positivas (IPMA, 2017a; IPMA, 2017b) (Anexos 3 e 4), que poderá comprometer a manifestação de comportamento de cio. De acordo com os registos da exploração, verificou-se um aumento na taxa de deteção dosaios. Ainda assim, esta deteção poderá ter sido tardia, devido à não expressão por parte dos animais ou à não deteção por parte dos trabalhadores da exploração, o que leva ao aumento do IP – IA1. O aumento do IP – IA1, poderá, também, estar relacionado com a prevalência das mastites clínicas, cujo um dos principais impactos está relacionado com o aumento do intervalo entre o parto e a primeira inseminação (Stevenson, 2001; Gunay & Gunay, 2008; Risco & Retamal, 2011; Walsh *et al.*, 2011). Nesta situação, ainda que a vaca seja detetada em cio, opta-se por não inseminar, tendo em conta que há um maior risco de não fecundação ou de reabsorção fetal, caso a primeira tenha ocorrido (Stevenson, 2001; Gunay & Gunay, 2008; Risco & Retamal, 2011; Walsh *et al.*, 2011).

4.3. Intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante

O intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante (IP – IAF) (Tabela 8), não sofreu qualquer alteração significativa com a aplicação do *Resynch* (ano 6).

Tendo em conta que no ano 6 se verificou um aumento do IP – IA1, pensamos que a introdução do diagnóstico de gestação com auxílio do ecógrafo e a aplicação do *Resynch*, com diminuição dos intervalos IA – DG e DG⁺ – IAF tenham contribuído para o não aumento do IP – IAF da exploração.

No ano 2, verificou-se o aumento significativo do IP – IAF. De acordo com os registos do IPMA, tanto o ano como o Verão de 2013 (correspondente ao ano 2 do estudo) apresentaram anomalias das temperaturas positivas (IPMA, 2013a; IPMA, 2013b) (Anexos 3 e 4). Assim, verificam-se na exploração em estudo, os efeitos negativos das elevadas temperaturas na fertilidade das vacas nos meses de verão (oócitos de pior qualidade), bem como nos subsequentes, (com aumento do IP – IAF) tal como descrito por Salgueiro & Almeida (2015) e De Rensis *et al.* (2017).

No ano 3, a média do IP – IAF é significativamente melhor que a do ano 2. Este resultado está de acordo com o observado no IP – IA1, podendo então concluir-se que poderá efetivamente haver efeito do stress térmico, como já foi referido anteriormente.

Nos anos 4 e 5 (correspondentes a 2015 e 2016), as anomalias térmicas foram mais marcadas (IPMA, 2015a; IPMA, 2015b; IPMA, 2016a; 2016b) (Anexos 3 e 4), ainda assim não se verificaram quebras significativas na fertilidade das vacas. Mais uma vez, somos levados a crer que tal facto se deve à maior resistência ao stress térmico, consequência da diminuição de produção de leite das vacas.

4.4. Intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação

Foi avaliada a evolução do intervalo entre a inseminação artificial e o diagnóstico de gestação (IA – DG) (Tabela 9).

Nos anos 1, 2, 3, 4 e 5, o diagnóstico de gestação (DG) era feito apenas através de palpação retal. Por este motivo, era realizado a partir dos 50 dias de gestação.

No ano 6, foi implementado o DG com recurso a um ecógrafo. Este método de diagnóstico permite uma identificação mais precoce da gestação através da identificação do feto e do seu batimento cardíaco. Assim, passou a fazer-se os DG a partir dos 30 dias de gestação.

Tendo em conta o referido, os resultados obtidos para esta variável são de acordo com o esperado, havendo uma diminuição significativa do intervalo IA – DG no ano 6. Ainda assim, continua a observar-se a presença de animais com diagnóstico de gestação realizado após este tempo. Isto deve-se ao facto de que, às vacas que estão no grupo do touro apenas se realiza o diagnóstico de gestação por volta dos 50 dias.

A melhoria significativa dos resultados que se observa no ano 3 pode ficar a dever-se a um melhor manejo dos animais na exploração, isto é, mais correta utilização dos registos animais para determinar quando realizar o diagnóstico de gestação.

4.5. Intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial

Tendo em conta as características da exploração em estudo, e atendendo às alterações de manejo reprodutivo praticado um pouco por todo o mundo, o veterinário da exploração optou pela implementação de um protocolo de ressincronização da ovulação (*Resynch*).

No que diz respeito ao intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial, DG^{\ominus} – IA1 (Tabela 10), as médias obtidas para os anos 1, 2, 3, 4 e 5 não diferem significativamente entre si. Este resultado é, à partida, contraditório com os resultados recolhidos para a taxa de deteção deaios, que, com exceção do ano 2, vêm em tendência de melhoria. Uma explicação para os resultados estatisticamente iguais para o DG^{\ominus} – IA1 passa então pela ligeira melhoria da taxa de deteção de cio, que pode não ser suficiente para a obtenção de resultados evidentemente melhores, no encurtamento do intervalo DG^{\ominus} – IA1.

Quando foi implementado o *Resynch* (ano 6), os resultados do $DG^{\ominus} - IA1$ melhoraram significativamente. Este resultado está de acordo com o esperado, tendo em conta que com implementação do *Resynch*, todos os animais com DG negativo e corpo lúteo (CL) presente, no momento do DG, são inseminados artificialmente a tempo fixo (IATF) 3 dias após o DG (Larson, 2014). No entanto, o intervalo $DG^{\ominus} - IA1$ observado, neste ano, é superior ao expectável (deveria ser 3 dias). A explicação para este resultado é que apenas 68,8 % dos animais com DG negativo foram elegíveis para iniciar o *Resynch* (CL presente). Os restantes 31,2 % foram inseminadas mais tarde, o que faz com que o intervalo $DG^{\ominus} - IA1$ aumente (os animais que iniciaram novo protocolo de *Ovsynch* (7,6 %) foram inseminados entre os 4 e os 10 dias após o diagnóstico de gestação negativo; os animais que têm quistos ováricos ou outras patologias (23,6 %) são inseminados mais de 10 dias após o diagnóstico de gestação).

O resultado obtido no ano 4 (22 dias) não difere estatisticamente do obtido no ano 6 (13 dias). Ainda assim, ao fazer a análise do histograma (Figura 20), é possível observar que há uma grande redução da percentagem de animais na classe 30 – 60 dias (19,9 % ano 4 vs. 7,9 % ano 6) e um grande aumento da percentagem de animais na classe 0 – 30 dias (73,3 % ano 4 vs. 86,1 % ano 6). O que indica que, embora não se registem diferenças significativas entre os dois anos referidos, há um claro efeito do tratamento na redução deste intervalo.

Tendo em conta a diminuição dos intervalos $IA - DG$ e $DG^{\ominus} - IA1$, é possível inferir que houve uma diminuição do intervalo entre a primeira inseminação após o parto e a primeira inseminação após o diagnóstico de gestação negativo. Desta forma, comprova-se a eficácia do *Resynch* na redução do intervalo entre inseminações referido por vários autores (Chebel *et al.*, 2003; Fricke *et al.*, 2003; Azevedo *et al.*, 2010; Dewey *et al.*, 2010; Thompson *et al.*, 2010).

A variação dos resultados obtidos para o $DG^{\ominus} - IA1$, ao longo dos anos, são semelhantes às do $IP - IA1$. Assim, a discussão feita no ponto 4.2 (página 58, parágrafos 3 e 4) aplica-se também ao $DG^{\ominus} - IA1$. A exceção é o ano 6, cujos resultados do $DG^{\ominus} - IA1$ são influenciados pela aplicação do *Resynch*.

4.6. Intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante

Para o intervalo $DG^{\ominus} - IAF$ (Tabela 11), ao invés de uma significativa melhoria com a aplicação do *Resynch*, denota-se uma tendência de melhoria ao longo dos anos em análise, sendo a exceção o ano 2. Esta tendência de melhoria poderá ser indicativo de uma deteção deaios mais correta, isto é, maior exatidão na determinação do cio e melhor decisão da altura ideal para inseminar, bem como de um aperfeiçoamento da técnica do inseminador.

Embora o ano 2 não seja estatisticamente diferente dos anos 1, 3, 4 e 5, destaca-se destes por apresentar um intervalo médio mais elevado. Ao analisar o histograma (Figura 21), observa-se uma menor percentagem de animais na classe 0 – 40 dias e maior dispersão dos animais pelas classes de

maior DG^{\ominus} – IAF (nomeadamente mais de 120 dias). Isto pode ficar a dever-se às condições ambientais, ou seja, ao stress térmico, tal como referido no ponto 4.3 (página 59, parágrafo 3).

O resultado obtido para o ano 6 (*Resynch*) não difere significativamente dos anos 4 e 5. No entanto, neste ano, verifica-se uma maior concentração dos animais nas classes de DG^{\ominus} – IAF menores que 80 dias (Figura 21). Ou seja, embora estatisticamente o resultado não seja melhor, é possível observar as melhorias da fertilidade dos animais associadas com o *Resynch*. Ainda assim, os resultados poderiam ser melhores. Isto porque o *Resynch* foi iniciado entre os 23 e os 29 dias após a primeira inseminação artificial, o que faz com que a GnRH-1 seja administrada entre os dias 2 e 8 do segundo ciclo estrico após a primeira inseminação artificial. Tendo em conta que a resposta ótima a esta hormona ocorre entre os dias 5 e 9 (Dewey *et al.*, 2010; Bilby & Chebel, 2011; Mendonça *et al.*, 2012; Wiltbank & Pursley, 2014), é de esperar que as vacas que iniciam o protocolo entre os dias 2 e 4 não estejam todas sincronizadas no momento da GnRH-2 (ausência de folículo dominante que ovule em resposta à GnRH-1 (Dewey *et al.*, 2010; Bilby & Chebel, 2011; Wiltbank & Pursley, 2014), o que pode comprometer a sua fertilidade e contribuir para o aumento do intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante.

A diminuição do IP – IAF não é tão expressiva quanto a do intervalo DG^{\ominus} – IAF, porque no ano 6 se verificou um aumento do IP – IAF e há animais que não são elegíveis para o tratamento, continuando assim a apresentar IP – IAF mais elevados.

4.7. Avaliação do interesse económico do tratamento

Numa perspetiva de avaliação económica do interesse do tratamento de sincronização de ovulação, é necessário ter em conta o custo dos medicamentos usados para o tratamento, bem como as suas dosagens, e o custo médio de 1 dia em aberto (DA).

Os medicamentos usados foram o Fertagyl[®] (GnRH) e o Luteosyl[®] (PGF_{2α}). Cada embalagem de 5 mL de Fertagyl[®] tem o preço de 7,2 €, sendo que a dose administrada é 1 mL, o preço por dose é de 1,44 €. Cada embalagem de 20 mL de Luteosyl[®] tem o preço de 10,5 €, sendo que a dose administrada é 2 mL, o preço por dose é de 1,05 €. Desta forma, o tratamento *Resynch* têm um custo de 3,93 €/animal (2 doses de Fertagyl[®] + 1 dose Luteosyl[®]).

De acordo com o produtor, o custo médio aproximado de 1 DA é 4 €/animal.

Considerado os 5 anos antes da aplicação do *Resynch*, a média do IP – IAF (ou DA) era de 124 dias, e, com a aplicação do tratamento, este intervalo passou para 118 dias. Desta forma, verificou-se uma diminuição de 6 dias ao número de DA. Por estes 6 dias, o produtor teria um custo de 24 €/animal (6 × 4 €). Tendo em conta que o tratamento têm um custo de apenas 3,93 €/animal, o produtor poupa 20,07 €/animal (24 – 3,93 €) com a aplicação do *Resynch*.

Por outro lado, eliminando o segundo ano do estudo, cujo IP – IAF difere significativamente dos restantes anos, a média do IP – IAF é de 120 dias. Neste caso, haveria uma diminuição de apenas 2 dias

ao número de DA. Por estes 2 dias, o produtor teria um custo de 8 €/animal (2×4 €). Tendo em conta que o tratamento têm um custo de 3,93 €/ animal, o produtor poupa 4,07 €/animal ($8 - 3,93$ €) com a aplicação do *Resynch*.

Para o cálculo do custo do tratamento não se inclui o custo das ecografias realizadas, porque este valor já está incluído no valor da avença do veterinário, não representando um custo adicional. De forma semelhante, não há um custo adicional da própria injeção, uma vez que esta é realizada por trabalhadores da exploração.

5. Conclusão

Após a realização do estudo dos parâmetros zootécnicos e análise de intervalos indicadores da eficiência reprodutiva, obtidos na exploração José Ribeiro Chula & Filho, para o período temporal de 14 de Fevereiro de 2012 a 14 de Fevereiro de 2018, foi possível concluir que a aplicação do *Resynch* contribuiu positivamente para a melhoria da eficiência reprodutiva da exploração. É possível esta afirmação tendo em conta que há uma diminuição do intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a primeira inseminação artificial subsequente ($DG^{\ominus} - IA1$) e, também, do intervalo entre o diagnóstico de gestação negativo e a inseminação artificial fecundante ($DG^{\ominus} - IAF$). Estes resultados refletem-se com menor intensidade no intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante ($IP - IAF$), mas ainda assim são perceptíveis.

Considerando a média do intervalo entre o parto e a inseminação artificial fecundante ($IP - IAF$) da exploração, para os 5 anos antes da aplicação do *Resynch*, há benefício económico da aplicação deste programa de sincronização da ovulação.

Para a obtenção de resultados mais ambiciosos, o veterinário iniciou o protocolo de *Resynch* com a administração de duas doses de Luteosyl[®], espaçadas de 24 horas, para aumentar o número de animais com regressão lútea completa. Poderá, também, equacionar-se a introdução de métodos auxiliares para a deteção de cio, encurtando-se assim o intervalo entre o parto e a primeira inseminação artificial ($IP - IA1$), que, por consequência, melhoraria todos os restantes.

É importante ressaltar que os resultados obtidos são referentes à exploração no seu todo, não tendo havido comparação com um grupo animais de controlo.

6. Bibliografia

- Arbel, R., Bigun, Y., Ezra, E., Sturman, H., Hojman, D. (2001). The effect of extended calving intervals in high lactating cows on milk production and profitability. *Journal of Dairy Science*, 84, 600 – 608.
- Azevedo, C., Canada, N., Simões, J. (2014). O protocolo hormonal Ovsynch e suas modificações em vacas leiteiras de alta produção: uma revisão. *Archivos de Zootecnia*, 63, 173 – 187.
- Ball, P. J. H., Peters, A. R. (2004a). Artificial control of the oestrus cycle. In *Reproduction in cattle*, (3rd ed.). (pp. 110 – 123). UK: Blackwell Publishing.
- Ball, P. J. H., Peters, A. R. (2004b). Reproductive efficiency in cattle production. In *Reproduction in cattle*, (3rd ed.). (pp. 1 – 12). UK: Blackwell Publishing.
- Ball, P. J. H., Peters, A. R. (2004c). The ovarian cycle. In *Reproduction in cattle*, (3rd ed.). (pp. 40 – 55). UK: Blackwell Publishing.
- Barletta, R V., Carvalho, P. D., Santos, V. G., Melo, L. F., Consentini, C. E. Netto, A. S., Fricke, P. M. (2018). Effect of dose and timing of prostaglandin F_{2α} treatments during a resynch protocol on luteal regression and fertility to timed artificial insemination in lactating holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 101, 1730 – 1736.
- Bartolome, J. A., Archbald, L. F. (2011). Reproductive management in dairy cows. In C. A. Risco & P. M. Retamal, *Dairy Production Medicine*, (pp. 73 – 79). USA: John Wiley & Sons.
- Bilby, T. R., Chebel, R. C. (2011). Integration of synchronization programs and estrous detection. In: *Proc. Dairy Cattle Reprod. Conf.*, Kansas City, MO. Dairy Cattle Reproduction Council, Hartland, WI. 2011. p. 32-40.
- Butler, W. R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 60 – 61, 449 – 557.
- Carvalho, P. D., Guenther, J. N., Fuenzalida, M. J., Amundson, M. C., Wiltbank, M. C., Fricke, P. M. (2014). Presynchronization using a modified Ovsynch protocol or a single gonadotropin-releasing hormone injection 7d before an Ovsynch-56 protocol for submission of lactating dairy cows to first timed artificial insemination. *Journal of Dairy Science*, 97, 6305 – 6315.
- Carvalho, P. D., Fuenzalida, M. J., Ricci, A., Souza, A. H., Barletta, R. V., Wiltbank, M. C., Fricke, P. M. (2015). Modifications to Ovsynch improve fertility during resynchronization: evaluation of presynchronization with gonadotropin-releasing hormone 6d before initiation of Ovsynch and an addition of a second prostaglandin F_{2α}. *Journal of Dairy Science*, 98, 8741 – 8752.
- Carvalho, P. D., Santos, V. G., Giordano, J. O., Wiltbank, M. C., Fricke, P. M. (2018). Development of fertility programs to achieve high 21-day pregnancy rates in high-producing dairy cows. *Theriogenology*, 114, 165 – 172.
- Chebel, R. C., Santos, J. E. P., Cerri, R. L. A., Galvão, K. N., Juchem, S. O., Thatcher, W. W. (2003). Effect of resynchronization with GnRH on day 21 after artificial insemination on pregnancy rate and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 60, 1389 – 1399.
- Council on Dairy Cattle Breeding (2018a). *Bovine genetic trends: milk*. Acedido em Maio 14, 2018, disponível em https://queries.uscdcb.com/eval/summary/trend.cfm?R_Menu=HO.m#StartBody.

- Council on Dairy Cattle Breeding (2018b). *Bovine inbreeding trends*. Acedido em Maio 14, 2018, disponível em <https://queries.uscdcb.com/eval/summary/inbrd.cfm>.
- Dairy Cattle Reproduction Council (s.d.). *7 keys to highly effective reproduction programs*. Acedido em Julho 5, 2018, disponível em: <http://www.dcrcouncil.org/newsletters/newsletter-reproductive-management/>.
- Denicol, A. C., Lopes, G., Mendonça, L. G. D., Rivera, F. A., Guagnini, F., Perez, R. V., Lima, J. R., Bruno, R. G. S., Santos, J. E. P., Chebel, R. C. (2012). Low progesterone concentration during the development of the first follicular wave reduces pregnancy per insemination of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95, 1794 – 1806.
- Dewey, S. T., Mendonça, L. G. D., Lopes, G., Rivera, F. A., Guagnini, F., Chebel, R. C., Bilby, T. R. (2010). Resynchronization strategies to improve fertility in lactating dairy cows utilizing a presynchronization injection of GnRH or supplemental progesterone: I. Pregnancy rates and ovarian responses. *Journal of Dairy Science*, 93, 4086 – 4095.
- De Rensis, F., Scaramuzzi, R. J. (2003). Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow: a review. *Theriogenology*, 60, 1139 – 1151.
- De Rensis, F., Garcia-Ispuerto, I., López-Gatius, F. (2015). Seasonal heat stress: clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology*, 84, 659 – 666.
- De Rensis, F., Lopez-Gatius, F., García-Ispuerto, I., Morini, G., Scaramuzzi, R. J. (2017). Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season. *Theriogenology*, 91, 145 – 153.
- De Vries, A. (2006a). Determinants of the cost of days open in dairy cattle. *International Symposia on Veterinary Epidemiology and Economics proceedings*, ISVEE 11: Proceedings of the 11th Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Cairns, Australia. Acedido em Junho 11, 2018, Disponível em: <http://www.sciquest.org.nz/node/63763>.
- De Vries, A. (2006b). Economic value of pregnancy in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89, 3876 – 3885.
- De Vries, A. (2011). Economics of reproductive performance. In C. A. Risco & P. M. Retamal, *Dairy Production Medicine*, (pp. 139 – 151). USA: John Wiley & Sons.
- Diskin, M. G., Sreenan, J. M. (2000). Expression and detection of oestrus in cattle. *Reproduction Nutrition Development*, 40, 481 – 491.
- Forar, A. L., Gay, J. M., Hancock, D. D. (1995). The frequency of endemic fetal loss in dairy cattle: A review. *Theriogenology*, 43, 989 – 1000.
- Forde, N., Beltman, M. E., Lonergan, P., Diskin, M., Roche, J. F., Crowe, M. A. (2011). Oestrus cycles in *Bos taurus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 124, 163 – 169.
- Fricke, P. M. (2002). Scanning the future – ultrasonography as a reproductive management tool for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 85, 1918 – 1926.
- Fricke, P. M. (2013). Five keys for reproductive success. Acedido em Setembro 27, 2018, disponível em <https://paulfricke.dysci.wisc.edu/extension-2/about/>.

- Fricke, P. M., Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Welle, M. L. (2003). Fertility of dairy cows after resynchronization of ovulation at three intervals following first timed insemination. *Journal of Dairy Science*, 86, 3941 – 3950.
- Fricke, P. M., Stewart, S., Rapnicki, P., Eicker, S., & Overton, M. (2005). Pregnant vs. open: getting cows pregnant and the money it makes. In *Proceedings of 7th Western Dairy Management Conference* (pp. 9-11).
- Fricke, P. M., Wiltbank, M. C., Carvalho, P. D., Giordano, J. O. (2015). Fertility programs to achieve high 21-day pregnancy rates in high producing Holstein dairy herds. *Proc. National Dairy Cattle Reproduction Council Meeting*, Buffalo, NY. Acedido em Setembro 27, 2018, Disponível em: <https://paulfricke.dysci.wisc.edu/extension-2/about/>.
- Giordano, J. O., Fricke, P. M., Wiltbank, M. C., Cabrera, V. E. (2011). An economic decision-making support system for selection of reproductive management programs on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 94, 6216 – 6232.
- González-Recio, O., Maturana, E. L., Gutiérrez, J. P. (2007). Inbreeding depression on female fertility and calving ease in Spanish dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 90, 5744 – 5752.
- Gunay, A., Gunay, U. (2008). Effects of clinical mastitis on reproductive performance in Solstein cows. *Acta Veterinaria Brno*, 77 (4), 555 – 560.
- Han, Y., Kim, I. (2005). Risk factor for retained placenta and the effect of retained placenta on the occurrence of post-partum diseases and subsequent reproductive performance in dairy cows. *Journal of Veterinary Science*, 6 (1), 53 – 59.
- Hansen, P. J. (2011). Managing reproduction during heat stress in dairy cows. In C. A. Risco & P. M. Retamal, *Dairy Production Medicine*, (pp. 153 – 163). USA: John Wiley & Sons.
- Holmann, F. J., Shumway, C. R., Blake, R. W., Schwart, R. B., Sudweeks, E. M. (1984). Economic value of days open for Holstein cows of alternative milk yields with varying calving intervals. *Journal of Dairy Science*, 67, 636 – 643.
- Inchaisri, C., Jorritsma, R., Vos, P. L. A. M., van der Weijden, G. C., Hogeveen, H. (2010). Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology*, 74, 835 – 846.
- Instituto Nacional de Estatística (2016). *Estatísticas da produção e consumo de leite – 2015*. Acedido em Maio 7, 2018. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=271439641&DESTAQUESmodo=2.
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2012a). *Boletim Climatológico Anual – 2012 Portugal Continental*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2012&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2012>.
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2013a). *Boletim Climatológico Anual – 2013 Portugal Continental*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2013&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2013>.
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2014a). *Boletim Climatológico Anual – 2014 Portugal Continental*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em:

<http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2014&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2014>.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2015a). *Boletim Climatológico Anual – 2015 Portugal Continental*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2015&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2015>.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2016a). *Boletim Climatológico Anual – 2016 Portugal Continental*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2016&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2016>.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2017a). *Boletim Climatológico Anual – 2017 Portugal Continental*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2017&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2017>.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2012b). *Boletim Climatológico Verão 2012*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2012&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2012>.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2013b). *Boletim Climatológico Verão 2013*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2013&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2013>.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2014b). *Boletim Climatológico Verão 2014*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2014&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2014>.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2015b). *Boletim Climatológico Verão 2015*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2015&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2015>.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2016b). *Boletim Climatológico Verão 2016*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2016&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2016>.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (2017b). *Boletim Climatológico Verão 2017*. Acedido em Junho 25, 2018. Disponível em: <http://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&cmbAno=2017&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=2017>.

Larson, J. E. (2014). Estrus synchronization in dairy cattle. Acedido em Maio 21, 2018, disponível em: <http://extension.msstate.edu/publications/publications/estrus-synchronization-dairy-cattle>.

LeBlanc, S. J. (2008). Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: A review. *The Veterinary Journal*, 176, 102 – 114.

- Lima, F. S., De Vries, A., Risco, C. A., Santos, J. E. P., Thatcher, W. W. (2010). Economic comparison of natural service and timed artificial insemination breeding programs in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 93, 4404 – 4413.
- Lucy, M. C., Savio, J. D., Badinga, L., De La Sota, R. L., Thatcher, W. W. (1992). Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *Journal of Animal Science*, 70, 3615 – 3626.
- Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end?. *Journal of Dairy Science*, 84, 1277 – 1293.
- Maas, J. A., Garnsworthy, P. C., Flint, A. P. F. (2009). Modelling responses to nutritional, endocrine and genetic strategies to increase fertility in the UK dairy herd. *The Veterinary Journal*, 180, 356 – 362.
- McGee, E. A., Hsueh, A. J. W. (2000) Initial and cyclic recruitment of ovarian follicles. *Endocrine Reviews*, 21, 200 – 214.
- Meadows, C., Rajala-Schultz, P. J., Frazer, G. S. (2005). A spreadsheet-based model demonstrating the nonuniform economic effects of varying reproductive performance in Ohio dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 88, 1244 – 1254.
- Mendonça, L. G. D., Dewey, S. T., Lopes, G., Rivera, F. A., Guanini, F. S., Fetrow, J. P., Bilby, T. R., Chebel, R. C. (2012). Effects of resynchronization strategies for lactating Holstein cows on pattern of reinsemination, fertility and economic outcome. *Theriogenology*, 77, 1151 – 1158.
- Milvae, R. A., Hinckley, S. T., Carlson, J. C. (1996). Luteotropic and luteolytic mechanisms in the bovine corpus luteum. *Theriogenology*, 45, 1327 – 1349.
- Nebel, R. L., McGilliard, M. L. (1993). Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76, 3257 – 3268.
- Nemecková, D., Stádník, L., Citek, J. (2015). Associations between milk production level, calving interval length, lactation curve parameters and economic results in holstein cows. *Mljekarstvo*, 65, 243 – 250.
- NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th revised edition. National Academy Press, Washington, DC.
- Olynk, N. J., Wolf, C. A. (2008). Economic analysis of reproductive management strategies on US commercial dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 91, 4082 – 4091.
- Plaizier, J. C. B., King, G. J., Dekkers, J. C. M., Lissemore, K. (1997). Estimation of economic values of indices for reproductive performance in dairy herds using computer simulation. *Journal of Dairy Science*, 80, 2775 – 2783.
- Pontes, G. C. S., Monteiro, P. L. J., Prata, A. B., Guardieiro, M. M., Pinto, D. A. M., Fernandes, G. O., Wiltbank, M. C., Santos, J. E. P., Sartori, R. (2015). Effect of injectable vitamin E on incidence of retained fetal membranes and reproductive performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98, 2437 – 2449.
- Pursley, J. R., Kosorok, M. R., Wiltbank, M. C. (1997). Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *Journal of Dairy Science*, 80, 301 – 306.

- Pursley, J. R., Martins, J. P., N. (2012). Impact of circulating concentrations of progesterone and antral age of the ovulatory follicle on fertility of high-producing lactating dairy cows. *Reproduction, Fertility and Development*, 24, 261 – 271.
- Réquillart, V., Bouamra-Mechemache, Z., Jongeneel, R., Penel, C. (2008). Economic analysis of the effects of the expiry of the EU milk quota system. *Institut d'Economie Industrielle*.
- Ribeiro, E. S., Galvão, K. N., Thatcher, W. W., Santos, J. E. P. (2012). Economic aspects of applying reproductive technologies to dairy herds. *Animal Reproduction*, 9, 370 – 387.
- Risco, C. A. (2011). Management considerations from parturition to the end of the voluntary waiting period to optimize health and reproductive performance. In C. A. Risco & P. M. Retamal, *Dairy Production Medicine*, (pp. 3 – 6). USA: John Wiley & Sons.
- Risco, C. A., Retamal, P. M. (2011). Diseases that affect the reproductive performance in dairy cattle. In C. A. Risco & P. M. Retamal, *Dairy Production Medicine*, (pp. 123 – 131). USA: John Wiley & Sons.
- Rocha, A., Carnevalheira, J. (2002). Parâmetros reprodutivos e eficiência de inseminadores em explorações de bovinos de leite, em Portugal. *Congresso de Ciências Veterinárias* [Proceedings of the Veterinary Sciences Congress, 2002], SPCV, Oeiras, pp. 129 – 138.
- Rodriguez-Martinez, H., Hultgren, J., Bage, R., Bergqvist, A-S., Svensson, C., Bergsten, C., Lidfors, L., Gunnarsson, S., Algers, B., Emanuelson, U., Berglund, B., Andersson, G., Haard, M., Lindhé, B., Stalhammar, H., Gustafsson, H. (2008). Reproductive performance in high-producing dairy cows: can we sustain it under current practice. *IVIS Reviews in Veterinary Medicine*, I.V.I.S. (Ed.) International Veterinary Information Service, Ithaca NY, USA.
- Salgueiro, M. D., Almeida, J. C. (2015). Stresse pelo calor em vacas leiteiras: mecanismos fisiológicos e consequências produtivas. *Vaca leiteira*, 129, 63 – 68.
- Sangsrivong, S., Combs, D. K., Sartori, R., Armentano, L. E., Wiltbank, M. C. (2002). High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 β in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 85, 2831 – 2842.
- Senger, P. L. (2005a). Regulation of reproduction – nerves, hormones and target tissues. In *Pathways to pregnancy and parturition* (2nd revised ed.). (pp. 102 – 127). USA: Cadmus Professional Communications.
- Senger, P. L. (2005b). Reproductive cyclicity – terminology and basic concepts. In *Pathways to pregnancy and parturition* (2nd revised ed.). (pp. 144 – 163). USA: Cadmus Professional Communications.
- Senger, P. L. (2005c). Reproductive cyclicity – the follicular phase. In *Pathways to pregnancy and parturition* (2nd revised ed.). (pp. 164 – 187). USA: Cadmus Professional Communications.
- Senger, P. L. (2005d). Reproductive cyclicity – the luteal phase. In *Pathways to pregnancy and parturition* (2nd revised ed.). (pp. 188 – 213). USA: Cadmus Professional Communications.
- Smith, M. F., McIntush, E. W., Smith, G. W. (1994). Mechanisms associated with corpus luteum development. *Journal of Animal Science*, 72, 1857 – 1872.
- Sterry, R. A., Welle, M. L., Fricke, P. M. (2006). Effect of interval from timed artificial insemination to initiation or resynchronization of ovulation on fertility of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89, 2099 – 2109.

- Stevenson, J. S., Kobayashi, Y., Thompson, K. E. (1999). Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including Ovsynch and combinations of gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F_{2α}. *Journal of Dairy Science*, 82, 506 – 515.
- Stevenson, J. S. (2001). Reproductive management of dairy cows in high milk-producing herds. *Journal of Dairy Science*, 84 (Suplemento E), E128 – E143.
- Stott, A. W., Veerkamp, R. F., Wassell, T. R. (1999). The economics of fertility in the dairy herd. *Animal Science*, 68, 49 – 57.
- Tenhagen, B. A., Drillich, M., Surholt, R., Heuwieser, W. (2004). Comparison of timed AI after synchronized ovulation to AI at estrus: reproductive and economic considerations. *Journal of Dairy Science*, 87, 85 – 94.
- Thatcher, W. W., Flamenbaum, I., Block, J., Bilby, T. R. (2010). Interrelationships of heat stress and reproduction in lactating dairy cows. *High Plains Dairy Conference*, 45 – 60.
- Thompson, I. M., Cerri, R. L. A., Kim, I. H., Green, J. A., Santos, J. e. P., Thatcher, W. W. (2010). Effects of resynchronization programs on pregnancy per artificial insemination, progesterone, and pregnancy-associated glycoproteins in plasma of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93, 4006 – 4018.
- Van Arendonk, J. A. M. (1988). Management guides for insemination and replacement decisions. *Journal of Dairy Science*, 71, 1050 – 1057.
- Walsh, S. W., Williams, E. J., Evans, A. C. O. (2011). A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 123, 127 – 138.
- Wiltbank, M. C., Sartori, R., Herlihy, M. M., Vasconcelos, J. L. M., Nascimento, A. B., Souza, A. H., Ayres, H., Cunha, A. P., Keskin, A., Gunther, J. N., Gumen, A. (2011). Managing the dominant follicle in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 76, 1568 – 1582.
- Wiltbank, M. C., Pursley, J. R. (2014). The cow as an induced ovulatory: timed AI after synchronization of ovulation. *Theriogenology*, 81, 170 – 185.
- Wolf, C. A. (2003). The economics of dairy production. *The Veterinary Clinics Food Animal Practice*, 19, 271 – 293.
- Zebeli, Q., Ghareeb, K., Humer, E., Metzeler-Zebeli, B. U., Besenfelder, U. (2015). Nutrition, rumen health and inflammation on the transition period and their role on overall health and fertility in dairy cows. *Research on Veterinary Science*, 103, 126 – 136.

7. Anexos

Temperatura		Humidade relativa (%)																		
°F	°C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
72	22.0	64	65	65	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71
73	23.0	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72
74	23.5	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73
75	24.0	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74
76	24.5	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
77	25.0	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76
78	25.5	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
79	26.0	67	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	76	77	77	78
80	26.5	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	76	77	78	78	79
81	27.0	68	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	80	80
82	28.0	69	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	80	81	81
83	28.5	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	82	82
84	29.0	70	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	82	83	83
85	29.5	70	71	72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83
86	30.0	71	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84
87	30.5	71	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85
88	31.0	72	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	86
89	31.5	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	86	87
90	32.0	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88
91	33.0	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89
92	33.5	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90
93	34.0	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	85	85	86	87	88	89	90	91
94	34.5	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	86	86	87	88	89	90	91	92
95	35.0	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
96	35.5	75	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
97	36.0	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95
98	36.5	76	77	78	80	80	82	83	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
99	37.0	76	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
100	38.0	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	98
101	38.5	77	79	80	81	82	83	84	86	87	88	89	90	92	93	94	95	96	98	99
102	39.0	78	79	80	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	98	100
103	39.5	78	79	81	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	94	96	97	98	99	101
104	40.0	79	80	81	83	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100	101
105	40.5	80	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100	101	102
106	41.0	80	81	82	84	85	87	88	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	103
107	41.5	80	81	83	84	85	87	88	89	91	92	94	95	96	98	99	100	102	103	104

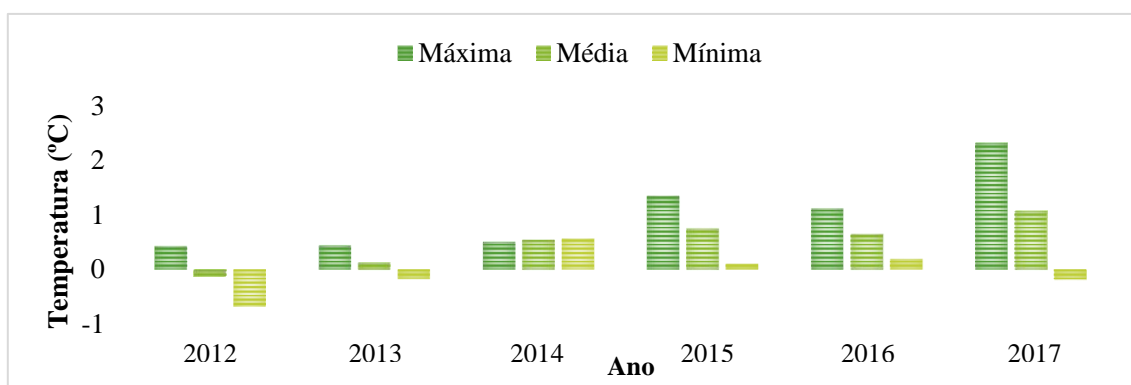
Limite de stress
 Stress moderado a severo

Stress leve a moderado
 Stress severo

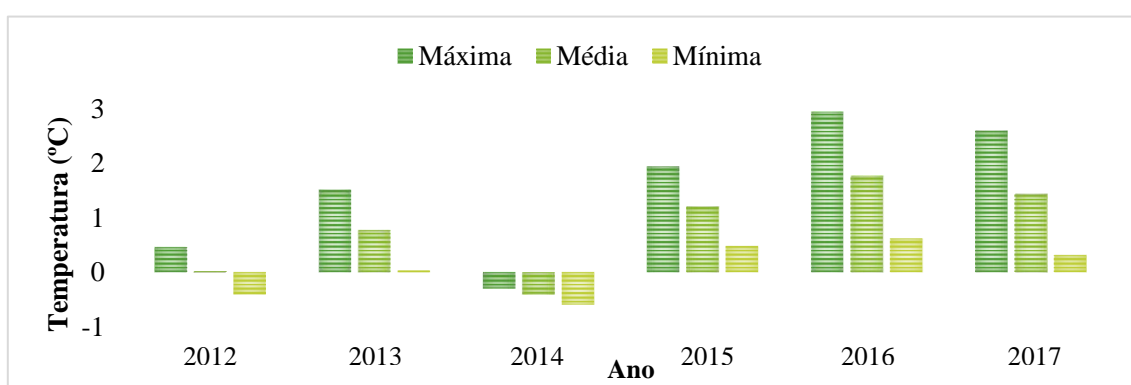
Anexo 1 - Tabela de índice de temperatura e humidade (ITH) (adaptado de <http://www.megalac.com/resources-advice/fats-advice/104-heat-stress-temperaturehumidity-index>)

$$ITH = T_{bs} - \left[0,55 - \left(0,55 \times \frac{HR}{100} \right) \right] \times (T_{bs} - 58)$$

Anexo 2 - Fórmula para o cálculo do Índice de Temperatura – Humidade (ITH). T_{bs} – Temperatura de bolbo seco (°F) ; HR – Humidade relativa (%). (Adaptado de <https://www.progressivedairy.com/topics/herd-health/how-do-i-determine-how-do-i-calculate-temperature-humidity-index-thi>)



Anexo 3 - Anomalia das temperaturas médias, máximas e mínimas, em °C, dos anos 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017, quando comparadas com o valor médio de temperatura registado entre 1971 e 2000 (IPMA, 2012a; IPMA, 2013a; IPMA, 2014a; IPMA, 2015a; IPMA, 2016a; IPMA, 2017a)



Anexo 4 - Anomalia das temperaturas médias, máximas e mínimas, em °C, no Verão dos anos 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017, quando comparadas com o valor médio de temperatura registado entre 1971 e 2000 (IPMA, 2012b; IPMA, 2013b; IPMA, 2014b; IPMA, 2015b; IPMA, 2016b; IPMA, 2017b)